

**EPIDEMIOLOGISCHE UND ÖKONOMISCHE
ASPEKTE DER HUNDETOLLWUT UND
IHRER BEKÄMPFUNG IN LÄNDERN DER
DRITTEN WELT**

Edelgard Motschwiller

Disbui, München

1988





Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Weltgesundheitsorganisation, Genf,
Abteilung Veterinary Public Health,

Leiter: Prof.Dr. Konrad Bögel

Eingereicht über das Institut für Mikrobiologie,
Infektions- und Seuchenmedizin der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Vorstand: Prof.Dr.Dr.h.c.mult. Anton Mayr

Epidemiologische und ökonomische Aspekte
der Hundetollwut und ihrer Bekämpfung in
Ländern der Dritten Welt

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen
Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-
Universität München

von

Edelgard Motschwiller
aus Kassel

München 1988

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. M. Rüsse

Referent: Prof. Dr. Dr.h.c.mult. A. Mayr

Korreferent: Prof. Dr. H. Kraft

Tag der Promotion: 26. Februar 1988

Isabelle und Nabil Mili
Fredericke Müller und
Anne-Kathrin Reinhardt

in Dankbarkeit

1. Einleitung	1
2. Schrifttum	3
2.1 Historische Betrachtungen zur Hundetollwut	3
2.2 Die Epidemiologie der Hundetollwut	5
2.2.1 Der Hund als Hauptträger der Infektionskette	5
2.2.2 Die Ausbreitung der Hundetollwut	6
2.3 Die Bekämpfung der Hundetollwut	8
2.3.1 Einzelmaßnahmen	8
2.3.1.1 Anzeigepflicht	8
2.3.1.2 Reduktion der Kontaktraten	9
2.3.1.3 Massenimmunisierung	9
2.3.1.4 Kontrolle streunender Hunde	10
2.3.1.5 Registrierung der Hunde	10
2.3.1.6 Ausbildung und Aufklärung der Bevölkerung	10
2.3.2 Organisation nationaler Programme	11
2.3.3 Internationale Zusammenarbeit	12
3. Eigene Untersuchungen	13
3.1 Erfassung und Verarbeitung epidemiologischer Daten	13
3.1.1 Epidemiologische Daten aus der Literatur	13
3.1.2 Spezielle Erhebung tollwutrelevanter Daten	15
3.2 Analyse der epidemiologischen Daten aus der Literatur	16
3.2.1 Mortalitätsrate beim Menschen	16
3.2.2 Mortalitätsrate beim Hund	17
3.2.3 Postexpositionelle Wutschutzbehandlungen des Menschen	18
3.2.4 Impfungen beim Hund	19
3.2.5 Zahlenmäßige Beziehung zwischen post-expositionellen Wutschutzbehandlungen und Tollwutfällen beim Menschen	19
3.2.6 Zahlenmäßige Beziehung zwischen Hundetollwutfällen und Tollwutfällen beim Menschen	20

3.2.7 Zahlenmäßige Beziehung zwischen Hundetollwutfällen und postexpositionellen Wutschutzbehandlungen des Menschen	20
3.2.8 Vergleich der Populationen von Mensch und Hund	21
3.3 Ergebnis der speziellen Erhebung	29
3.4 Basis und Modelldaten zur Berechnung von Trends und Kosten	36
3.4.1 Ableitung aus Daten der Literatur	36
3.4.2 Ableitung der Daten aus der speziellen Erhebung	41
3.4.3 Modellvorschlag	43
3.5 Kostenanalyse	47
3.5.1 Postexpositionelle Wutschutzbehandlungen des Menschen	47
3.5.2 Hundeimpfungen	48
3.5.3 Vergleich der Kosten für Human- und Hundeimpfstoff	48
3.6 Berechnung des Globalen Tollwutbekämpfungsprogrammes der WHO	51
3.6.1 Annahmen zur Berechnung	51
3.6.1.1 Umfang der betroffenen Populationen von Mensch und Hund	51
3.6.1.2 Impfstoffqualität und Applikation	52
3.6.1.3 Verlauf der Hundeimpfkampagne	52
3.6.1.4 Nachfrage nach postexpositionellen Wutschutzbehandlungen des Menschen	55
3.6.2 Gesamtkosten für Hundeimpfstoff	56
3.6.3 Gesamtkosten für Humanimpfstoff	56
3.7 Anwendung des Modells zur Berechnung nationaler Hundetollwutbekämpfungsprogramme	58
4. Diskussion	62
5. Zusammenfassung	70
Summary	71
6. Literaturverzeichnis	73
7. Abkürzungen	84

1. EINLEITUNG

Epidemiologische Untersuchungen weisen darauf hin, daß die Hundetollwut in den Ländern der Dritten Welt während der letzten 15 Jahre stark im Zunehmen begriffen ist und neue Gebiete befällt (2, 91, 96).

Die Übertragung der Tollwut auf den Menschen erfolgt hauptsächlich durch den Hund, unabhängig davon, ob der Hauptträger der Infektionskette eine wildlebende Spezies (Wildtiertollwut oder sylvatische Form der Tollwut) oder der Hund (Hundetollwut, canine Form der Tollwut oder urbane Form der Tollwut) ist (96). Im Gefolge der Zunahme der Hundetollwut nimmt auch die Zahl menschlicher Tollwutfälle in den betroffenen Ländern der Dritten Welt zu. Immer mehr der dortigen Regierungen sehen sich genötigt, Maßnahmen gegen dieses Seuchengeschehen zu ergreifen (96).

Um der Hundetollwut in der Dritten Welt Herr zu werden, sind spezielle nationale Programme erforderlich (96). Dies wirft die Frage nach der Finanzierung dieser Programme auf.

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat für die Hundetollwutbekämpfung in den Ländern der Dritten Welt Richtlinien ausgearbeitet und detailliert Verfahren beschrieben (96, 97). Entscheidend für die Annahme nationaler Programme durch Regierungen, bilaterale und multilaterale Systeme der technischen Zusammenarbeit ist heute eine Kosten-Nutzen-Analyse. Hierfür fehlen leider oft die wesentlichen Daten aus der Epidemiologie und der Bekämpfungspraxis. Deshalb hat die WHO angeregt, alles verfügbare Datenmaterial aus Hundetollwutgebieten zu sammeln und durch rationale Darstellung und Bewertung dieser Daten zu populationsbezogenen Schätzwerten zu gelangen.

Mit der vorliegenden Arbeit wird eine solche Analyse angeboten. Insbesondere wird versucht, die Häufigkeit von Tollwutfällen bei Hund und Mensch, sowie die Zahl der Wutschutzbehandlungen in Hundetollwutgebieten der Dritten Welt auf Durchschnitts- und Optimalwerte zu extrapolieren. Als eine weitere Voraussetzung für die Kostenanalyse werden vorhandene Schätzungen der Tollwutbekämpfung berücksichtigt und in einer Trendanalyse miteinander verbunden. Schließlich wird versucht, ein einfaches und generell anwendbares Modell zur nationalen Programmplanung zu entwerfen.

2. SCHRIFTTUM

2.1 Historische Betrachtungen zur Hundetollwut

Die Geschichte der Tollwut ist untrennbar mit dem Hund verbunden. Deutlich kommt diese enge Beziehung heute noch in dem arabischen Wort für Tollwut "kleb" zum Ausdruck, welches sich etymologisch von der Bezeichnung für Hund "kelb" ableitet (11).

Zahlreiche Dokumente aus der Antike belegen, daß die Tollwuterkrankung von Hund und Mensch kein seltenes Ereignis war (54). Zu den ältesten Dokumenten, die Zeugnis ablegen von der Existenz der Tollwut gehört der Codex von Eshnunna aus dem 19. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung (33). Die vermutlich erste Beschreibung der Tollwut beim Hund stammt von Demokrit (500 v. Chr.). Auf die Gefahr der Übertragung durch den Biß eines Hundes weist bereits Plutarch (?45 - 125) hin. Die Infektiosität des Speichels wird im 1. Jahrhundert von dem Römer Cardanus erwähnt; er vermutete ein Gift (lat. virus) im Speichel als Ursache der Tollwuterkrankung (82).

Das Wissen um die Tollwut, die Rolle des Hundes und die Infektiosität, von welchem die Überlieferungen aus dem Altertum berichten, verliert sich im Mittelalter und macht dem Aberglauben Platz (39, 54, 82).

Erst die experimentellen Arbeiten von Zinke und Galtier im 19. Jahrhundert schafften die Voraussetzungen, mit den wundersamen Vorstellungen über die Tollwut ein für allemal aufzuräumen (25, 70). Der wissenschaftliche Durchbruch gelang dann Louis Pasteur mit der von ihm entwickelten Schutzimpfung. Ursprünglich hatte Pasteur einen Impfstoff



für den Hund entwickelt. Seine weiteren Arbeiten führten ihn dann aber in der Hauptsache zur Wutschutzbehandlung des Menschen (71, 72).

Über einen seuchenartigen Verlauf der Tollwut finden sich bei den Autoren des Altertums keine Hinweise, ebensowenig über die Tollwut bei Wildtieren. Eine Zasur stellt hier das 13. Jahrhundert dar. Aus dem Jahre 1271 stammt der erste bekannte Bericht über eine Epizootie in der Hunde- und Wolfspopulation Franconiens (25, 35). Aus dem selben Jahrhundert liegen auch die ersten Hinweise auf Tollwut unter Wölfen in Asien vor (88). Angaben über Seuchenzüge unter Hunden und/oder Wildtieren finden sich ab dem 16. Jahrhundert für zahlreiche Gebiete der Welt (82).

2.2 Die Epidemiologie der Hundetollwut

Das komplexe Seuchengeschehen bei der Hundetollwut wird von zahlreichen Faktoren bestimmt (96), die, in Anlehnung an epidemiologische Untersuchungen der Wildtiertollwut, zwei biologischen Systemen zugeordnet werden können (66, 88).

2.2.1 Der Hund als Hauptträger der Infektionskette

Aufgrund der Ergebnisse experimenteller Inokulationen von Straßenvirus wurde der Hund als mäßig empfängliche Spezies eingestuft (22, 69, 86, 90, 96). Die Empfänglichkeit für die Tollwutinfektion ist außer von der inokulierten Virusmenge (78, 79) von dem Alter des Tieres (96), der Inokulationsstelle (74), und dem inokulierten Virusstamm (15, 80) abhängig.

Während unter experimentellen Bedingungen außer der Inokulation des Virus auch zahlreiche andere Infektionswege in Betracht kommen, ist unter natürlichen Bedingungen nur die direkte Übertragung unter Hunden, vom Hund auf andere Spezies und auf den Menschen durch Biß epidemiologisch von Bedeutung (3, 13, 96).

Die Virusausscheidung über den Speichel ist mengenmäßig und epidemiologisch der bedeutendste Weg (73, 85, 86), kann aber unter experimentellen Bedingungen nicht bei jedem Tier beobachtet werden, weshalb auch von "offener" und "geschlossener" Tollwut gesprochen wird (21). Die Virusausscheidung kann bereits gegen Ende der stark variierenden Inkubationszeit (83, 96) einsetzen, während das Tier klinisch noch unauffällig ist, oder auch erst mit Beginn der Krankheitssymptome (21, 86).

Ein Reservoir der Hundetollwut im Sinne der Definition "...Tiere, in denen sich der Erreger vermehrt und ausgeschieden bzw. von denen er übertragen wird, ohne daß sie selbst dabei schwer erkranken" (69) konnte bis heute noch nicht nachgewiesen werden (6). Obwohl in der Literatur vereinzelt auf subklinische Tollwutinfektionen beim Hund bzw. seine Genesung von einer Tollwuterkrankung hingewiesen wird (10, 26, 27, 64), konnten experimentelle Nachweise, die auf eine epidemiologische Relevanz schließen lassen, nicht erbracht werden (3). Dennoch wird von der WHO und in der Literatur weit verbreitet die Hundepopulation als das Virusreservoir der Hundetollwut bezeichnet. Andere Autoren sehen in dem Hund (und anderen Tierarten, die häufig große Virusmengen über den Speichel ausscheiden) ausschließlich einen Vektor, ohne die Frage nach dem Reservoir beantworten zu können (4, 20). Die Benennung des Hundes als "Hauptträger der Infektionskette" in den Hundetollwutgebieten als sprachliche Lösung findet sich hauptsächlich in der deutschen Literatur (45).

2.2.2 Die Ausbreitung der Hundetollwut

Die Ausbreitung der Hundetollwut in den Ländern der Dritten Welt hängt sowohl von der traditionell engen Bindung zwischen Mensch und Hund als auch von der Struktur und Dichte der empfänglichen Hundepopulation ab (96).

Die Dichte der Hundepopulation wird bestimmt durch das Vorhandensein geeigneter Schutzmöglichkeiten, Nahrung und Wasser (87). Je nach Bereitschaft des Menschen, diese Ressourcen zur Verfügung zu stellen, werden drei Gruppen von Hunden unterschieden (87, 101):

- a) der überwachte Hund
- b) der teilweise überwachte Hund
- c) der streunende bzw. tolerierte Hund.

Welche dieser drei Gruppen den überwiegenden Anteil an der Hundepopulation stellt, hängt ab von der Kultur und den ökonomischen Verhältnissen des Menschen (87). Ein Anstieg der Hundetollwut konnte insbesondere im Gefolge der Urbanisierung in den Ländern der Dritten Welt beobachtet werden, die zahlreichen, nicht geimpften Hunde aus Gruppe b) und c) gute Überlebenschancen eröffnet hat (1).

Zahlenmäßige Angaben über die Hundepopulation, insbesondere über die Hundepopulation in Ländern der Dritten Welt, liegen nur spärlich vor. Hinweise in der Literatur über die Anzahl der Hunde in einem Land oder Territorium beruhen auf Schätzungen und geben für die USA und Europa ein Verhältnis von 1 Hund pro 6 bis 10 Menschen an (34, 37, 42, 55, 67, 75).

Weitgehend unbekannt sind die Reproduktionsergebnisse und Populationsstrukturen von Hunden aus den Gruppen b) und c). Untersuchungen aus den USA und Europa lassen vermuten, daß streunende Hunde nicht in der Lage sind, Welpen aufzuziehen (9, 30) und ihren "Nachwuchs" aus der Gruppe der teilweise überwachten Hunde rekrutieren (87), sowie im Schnitt jünger sind als die Hunde aus Gruppe a) (9) und ein Geschlechterverhältnis von 1:1 aufweisen (12).

Die Mobilität der Hunde korreliert mit der Mobilität des Menschen. Auch mäßig überwachte und streunende Hunde gelangen im Gefolge des Menschen in moderne Verkehrsmittel und erkrankten hunderte von Kilometern entfernt von ihrem Herkunftsort. Die Folgen werden deutlich am Beispiel der Tollwutausbrüche in Malaga (23) und Hong Kong (68).

Im Gegensatz zu der sich in Europa und Nordamerika kontinuierlich ausbreitenden Fuchstollwut "springt" die Hundetollwut (24). Neben der passiven Mobilität des Hundes trägt vor allem seine aktive Mobilität zur schnellen Ausbreitung des Seuchengeschehens bei. Im Prodromalstadium kann er innerhalb weniger Stunden bis zu 50 Kilometer zurücklegen und die Infektion weitertragen (83, 96).

2.3 Die Bekämpfung der Hundetollwut

Allein mit Hilfe veterinärpolizeilicher Maßnahmen gelang es Ende des 19. Jahrhunderts/Anfang des 20. Jahrhunderts England, Schweden und Norwegen, die Hundetollwut zu eliminieren, ohne daß bereits Impfstoff zur Verfügung gestanden hätte (89, 96).

Lückenlose Hundeschutzimpfungen mit inaktiviertem Impfstoff (44) in Verbindung mit den klassischen veterinärpolizeilichen Maßnahmen führten während einer landesweiten Kampagne von 1939 bis 1944 in Ungarn zur erfolgreichen Eindämmung einer Hundetollwutepidemie (41).

Bis 1950 war die Tollwutbekämpfung beschränkt auf Länder Zentral- und Nordeuropas. Zwischen 1950 und 1970 brachten zahlreiche Länder der Welt mit Hilfe der Massenimpfung von Hunden die Hundetollwut unter Kontrolle. Seit 1970 bleiben positive Berichte beschränkt auf einige Länder Lateinamerikas und Europas, während die Zahl der Hundetollwutfälle in der Dritten Welt zunimmt (96, 101).

Die Maßnahmen zur Bekämpfung der Hundetollwut mit dem Ziel, die Infektionskette in der Hundepopulation zu unterbrechen, lassen sich in drei Kategorien einteilen (96, 97).

2.3.1 Einzelmaßnahmen

2.3.1.1 Anzeigepflicht

Meldung aller tollwutverdächtigen Fälle an offizielle Stellen (Amtsveterinär, Gesundheitsamt, Polizei u.a.). Tollwutverdächtige Tiere sind in Quarantäne zu nehmen oder zu töten.

Entsprechend den Empfehlungen des WHO Expertenkomitees (97) soll jedes Tier, das von einem tollwütigen Tier gebissen wurde oder mit einem tollwütigen Tier Kontakt hatte, getötet und sachgemäß beseitigt werden. Eine solche aktive Überwachung durch das Veterinärwesen ist ein wichtiger Faktor für eine wirksame Wutschutzbehandlung des Menschen wie auch für eine Tollwutbekämpfung beim Tier. In einigen Ländern werden exponierte Tiere von der sofortigen Tötung ausgenommen, wenn ihr Impfschutz nachgewiesen werden kann und ausreichende Quarantänemöglichkeiten mit fachgerechten Unterbringungsmöglichkeiten bestehen. Nachträgliche Impfung eines Kontakttieres ist nicht zu empfehlen, wird aber in einigen Ländern praktiziert, in denen das Töten der Tiere aus religiösen Gründen schwierig ist.

2.3.1.2 Reduktion der Kontaktraten

Dies ist das Ziel der klassischen veterinärpolizeilichen Maßnahmen, bestehend aus Quarantäne, Leinenzwang, Maulkorbzwang, Überwachung der Tiertransporte aus verseuchten Gegenden und im internationalen Verkehr.

2.3.1.3 Massenimmunisierung

Impfkampagnen im ein- bis zweijährigen Rhythmus, je nach Wirksamkeit des verwendeten Impfstoffes, eingeschlossen der Impfung junger Hunde ab dem dritten Lebensmonat, vermindern das Ausbreiten der Hundetollwut und führten in vielen Ländern zu ihrem völligen Erlöschen. Diese Maßnahme kann von den überwachten Hunden auf die streunenden Hunde ausgedehnt werden. Jeder Hund sollte nach seiner Impfung markiert werden (Halsband, Tätowierung, Farbstrich etc.).

2.3.1.4 Kontrolle streunender Hunde

Ungeachtet der Schwierigkeiten, den Begriff "streunender Hund" zu definieren (101), sollten spezielle Maßnahmen jene Hunde betreffen, die nicht in Übereinstimmung mit den in den Abschnitten 2.3.1.1 bis 2.3.1.3 genannten seuchenpolizeilichen Regelungen gehalten werden. Die meisten Tollwutbekämpfungsprogramme verlangen die Tötung dieser Hunde.

2.3.1.5 Registrierung der Hunde

Die Registrierung und Kennzeichnung von Hunden wird oft als Grundlage für Hundekontrolle und Massenimmunisierung angesehen. Diese Maßnahme hängt in ihrer Wirksamkeit jedoch von wirtschaftlichen und sozialen Faktoren ab. In einigen Ländern hemmt sie die aktive Beteiligung der Bevölkerung an einem Bekämpfungsprogramm, vor allem, wenn die Registrierung mit Gebühren oder Steuern verbunden ist. Auf der anderen Seite haben in einigen Ländern die Abgaben die Programme positiv beeinflusst in dem Sinne, daß sie zu einer verantwortungsbewußten Hundehaltung führten und die finanzielle Seite der Kontrolle streunender Hunde lösten (Zypern, Spanien, Portugal). Eine erheblich höhere Gebühr für weibliche Hunde kann in Betracht gezogen werden.

2.3.1.6 Ausbildung und Aufklärung der Bevölkerung

Ausbildung und Aufklärung der Bevölkerung sind wesentliche Voraussetzungen für einen Großteil der Aktivitäten in einem Hundetollwutbekämpfungsprogramm, besonders in Ländern der Dritten Welt (12).

2.3.2 Organisation nationaler Programme

Angesichts der 100prozentigen Letalität stellen Vorbeugung oder sofortige Wutschutzbehandlung nach einer Infizierung den einzig wirksamen Schutz des Menschen vor dem Tollwuttod dar. Die Gewährleistung dieses Schutzes ist das Ziel nationaler Bekämpfungsprogramme, die sich heute mehr und mehr eine Ausrottung der Seuche innerhalb der Hundepopulation zur Aufgabe machen (96).

Voraussetzungen für den Erfolg eines nationalen Bekämpfungsprogrammes sind die exakte Analyse des nationalen Seuchengeschehens, die lückenlose Planung und Durchführung der notwendigen Maßnahmen und ständige Kontrolle bei der Durchführung (12, 96).

Zur besseren Übersicht der meist Jahre in Anspruch nehmenden Seuchenbekämpfung ist die Aufteilung eines Projektes in kurz-, mittel- und langfristige Zielsetzung mit einer genauen Beschreibung der einzelnen Aktionsphasen ratsam (50, 53, 94).

Um Unklarheiten über Verantwortungsbereiche und Aufgaben zu vermeiden, sind strenge Organisation und Management für das Projekt erforderlich. Von Regierungsebene bis zur örtlichen Verwaltung sind intersektorale Koordination zu gewährleisten und verantwortliche Bereichsleiter zu ernennen, deren Aufgabe auch die ständige Evaluierung der durchgeführten Maßnahmen einschließt (96, 97).

Eine der größten Schwierigkeiten, die einige Projekte bereits in der Initialphase scheitern ließ, liegt im Ungleichgewicht der Kosten zu dem Effekt für die am Projekt beteiligten Ministerien (96). Finanzielle Einsparungen

ergeben sich hauptsächlich für den Gesundheitssektor (weniger Tollwutkrankungen des Menschen, sinkende Zahl der Wutschutzbehandlungen auf lange Sicht). Die Kosten dagegen entstehen vorwiegend dem für den Veterinardienst verantwortlichen Ministerium (Kontrolle streunender Hunde, Impfungen) und dem Erziehungsministerium (Aufklärung der Bevölkerung). Die überzeugende Organisation eines nationalen Programmes zur Bekämpfung der Hundetollwut ist auch ein wesentlicher Aspekt bei der Mobilisierung finanzieller Unterstützung aus dem Ausland (96).

2.3.3 Internationale Zusammenarbeit

Impfstoffproduktion und -bereitstellung zur Bekämpfung der Seuche in der Hundpopulation und Wutschutzbehandlung des Menschen sowie Forschung erfolgten schon zu Beginn dieses Jahrhunderts im Rahmen internationaler Zusammenarbeit (18). Kontrolle und Bekämpfung des sich ausbreitenden Seuchengeschehens in den Ländern der Dritten Welt erfordern heute eine Intensivierung des internationalen Austausches nationaler Erfahrungen mit Tollwutbekämpfungsprojekten, wissenschaftlicher Erkenntnis und technischer Hilfsmittel (96).

Die internationale Zusammenarbeit sollte folgende Bereiche umfassen (14, 92, 96):

- a) Überwachung des Seuchengeschehens
- b) Planung und Durchführung nationaler Programme zur Bekämpfung der Seuche
- c) Harmonisierung der Bekämpfungsmaßnahmen in Grenzgebieten
- d) Importkontrollen für Hunde und andere empfindliche Tiere
- e) Wissenschaft und Forschung, Impfstoffbereitstellung, Finanzierung, Modernisierung und Anpassung der Legislative.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Erfassung und Verarbeitung epidemiologischer Daten

3.1.1 Epidemiologische Daten aus der Literatur

Basis für folgende Untersuchungen sind Zahlenangaben aus der Weltliteratur und speziellen nationalen Berichten über Seuchenfälle und Impfungen bei Mensch und Tier sowie Populationsgrößen, auf die sich solche Zahlen beziehen. Aufgrund der Verbesserung diagnostischer Möglichkeiten im vergangenen Jahrzehnt werden nur Angaben von 1979 und darauf folgender Jahre (bis einschließlich 1985) berücksichtigt. Leider gibt es kaum eine Untersuchung, die zu jedem der folgenden, für unsere Betrachtungen relevanten Parameter Angaben macht, nämlich:

- Tollwutfälle beim Hund
- Tollwutfälle beim Menschen
- Wutschutzbehandlungen des Menschen
- Impfungen beim Hund
- Gesamtpopulation des Menschen
- Gesamtpopulation des Hundes.

Es mußte deswegen ein Annäherungsverfahren gesucht werden, welches es erlaubt, aus dem vorhandenen Datenmaterial Datenpaare oder -gruppen von drei bis vier der obigen Parameter zu verknüpfen und daraus Beziehungswerte und -regeln zu ermitteln.

Es ist schon aufgrund der extremen Werte klar ersichtlich, daß die Daten in ihrer Zuverlässigkeit stark schwanken.

Außerdem stehen die Werte in einer gewissen Abhängigkeit, d.h. Wechselwirkung zueinander. Eine hohe Rate an Impfungen beim Hund macht eine niedrige Rate von Tollwutfällen bei Tier und Mensch verständlich. Die Zahl der Impfungen wäre ein weitgehend sicherer Parameter. Leider machen nur sehr wenige Länder hierzu Angaben. Dagegen sind Intensität der Tollwutüberwachung und Verfügbarkeit von Impfstoff Faktoren, die alle anderen Werte in einem nur schwer zu durchschauenden Maße beeinflussen. Für den Untersucher ergeben sich allerdings auch hier rationale Möglichkeiten. Gibt ein Land beispielsweise 66 Tollwutfälle beim Menschen und 14 Tollwutfälle beim Hund an, dann ist eine äußerst mangelhafte Seuchenüberwachung auf dem Veterinärsektor klar ersichtlich. Der Epidemiologe kann solche Daten "richtig lesen" und sie nutzen. Wertlos sind solche Angaben nicht.

In den Tabellen 1 und 2 sind die Daten sowie ihre Quellen angegeben. Die Auswertung, soweit es sich um Durchschnitts- und Maximalwerte handelt, ist Tabelle 7 zu entnehmen.

Schwierigkeiten bereitet in diesem Zusammenhang das Zusammenfügen von Wertepaaren, so daß schließlich ein Gefüge für alle sechs der oben angegebenen Werte entsteht. Im Prinzip haben sich dabei zwei Verfahren angeboten.

Über die relativ gut bekannten Zahlen der menschlichen Bevölkerung und der postexpositionellen Wutschutzbehandlungen beim Menschen werden unter Annahme eines Verhältnisses von Mensch zu Hund gleich 10 : 1 (ein ermittelter Durchschnittswert) auf die Zahl der Hunde sowie die Effektivität der Hundeimpfungen geschlossen.

Ein zweites Verfahren geht von den Seuchenfällen beim Tier aus, da sich in einigen Ländern ganz offensichtlich eine intensive Seuchenüberwachung im Veterinärbereich erkennen läßt. Hier wurde auf die Zahl der Wutschutzbehandlungen

beim Menschen geschlossen und werden wiederum Fälle menschlicher Tollwut als Kontrollwert berücksichtigt. Nur wenn diese sekundären Schätzwerte einigermaßen im Einklang stehen mit den Maximalwerten, wie sie aus anderen Ländern berichtet werden, konnten sie weitere Verwendung finden.

3.1.2 Spezielle Erhebung tollwutrelevanter Daten

Über die Weltgesundheitsorganisation wurde einer Reihe von Ländern ein einfacher Fragebogen zugesandt (Anlage 1). Die Antworten werden in Tabelle 8 wiedergegeben. Sie sollen die Angaben aus der Literatur ergänzen.

3.2. Analyse epidemiologischer Daten aus der Literatur

3.2.1 Mortalitätsrate beim Menschen

Zahlen von Tollwutfällen in definierten Populationsgrößen werden für den Menschen aus einer Reihe von Ländern berichtet (Tabelle 1). Die Werte schwanken zwischen 0,1 und 27,8 pro 1 Million Einwohner (Tabelle 3). Im Hinblick auf die seltenen, aber sehr hohen Werte werden neben dem arithmetischen Mittel (4) der Zentralwert (2) und den Maximalwert (28) herangezogen. Von besonderer Bedeutung sind die Höchstwerte. Es fällt auf, daß offensichtlich in Ländern mit großer Populationsdichte, z.B. Südostasien, die Übertragung der Tollwut auf den Menschen besonders häufig erfolgt.

Kritische Betrachtungen

Bei der Betrachtung der Daten sind verschiedene Situationen als mögliche Gründe für niedrige oder hohe Werte zu berücksichtigen. Folgende Faktoren beeinflussen die Daten über die Tollwutinzidenz beim Menschen:

Niedrige Inzidenz

- kaum Tollwut
- schlechte Datenerfassung bzw.
- weiterleitung
- gute Wutschutzbehandlung

Hohe Inzidenz

- schlechtes Gesundheitssystem
- gute Datenerfassung
- Mangel an Impfstoff
- große Seuchendichte beim Hund

3.2.2 Mortalitätsrate beim Hund

Verlässliche Werte über die Zahl der Hundetollwutfälle bezogen auf die Zahl der menschlichen Bevölkerung oder die Größe der Hundepopulation sind in der Literatur nicht zu finden. Es liegen jedoch einige Berichte aus Ländern vor, die Zahlen über die Hundepopulation und Seuchenfälle beim Hund angeben (Tabelle 2). Die Werte schwanken zwischen 10,4 und 1.167 Tollwutfällen beim Hund pro 1 Million Hunde (Tabelle 6). Wiederum ist zu entnehmen, daß die höchste Inzidenz aus Ländern mit besonders hoher Populationsdichte von Mensch und Hund berichtet wird. Das arithmetische Mittel liegt bei 346, der Zentralwert bei 245 und der Maximalwert bei 1.167.

Kritische Betrachtungen

Bei der Betrachtung der Daten sind verschiedene Situationen als mögliche Gründe für niedrige oder hohe Werte zu berücksichtigen. Folgende Faktoren beeinflussen die Daten über die Tollwutinzidenz beim Hund:

niedrige Inzidenz

- kaum Tollwut
- Masseneimpfungen der Hunde
- kaum Hunde
- mangelhafte Seuchenüberwachung

hohe Inzidenz

- hohe Dichte empfänglicher Hunde
- hochentwickelte Seuchenüberwachung

3.2.3 Postexpositionelle Wutschutzbehandlungen des Menschen

Daten über Exposition und Behandlung des Menschen sind besonders kritisch zu bewerten, da in vielen Gegenden der Dritten Welt die Behandlung des Menschen deswegen unterbleibt, weil einfach der Impfstoff fehlt. Die Diskrepanz zwischen Exposition und Behandlung geht aus keiner Übersicht hervor. Es stehen nur Berichte über die Zahl der Behandlungen des Menschen zu Verfügung (Tabellen 1 und 3). Das arithmetische Mittel beträgt 843, der Maximalwert liegt bei 5.141 und der Zentralwert ergibt 515 Wutschutzbehandlungen pro 1 Million Einwohner.

Kritische Betrachtungen

Bei der Betrachtung der Daten sind mehrere Situationen als mögliche Gründe für niedrige und hohe Werte zu berücksichtigen. Folgende Faktoren beeinflussen die Daten über Anzahl der Wutschutzbehandlungen beim Menschen:

niedrige Inzidenz

- kein Impfstoff
- keine Tollwut
- keine Aufklärung
der Bevölkerung

hohe Inzidenz

- viel Tollwut
- keine adäquate
Information über
Hundetollwutfälle
bei guter ärzt-
licher Versorgung
des Menschen
- gute Aufklärung
der Bevölkerung
im Rahmen eines
Tollwutbekämp-
fungsprojektes

3.2.4 Impfungen beim Hund

Angaben über die Zahl der jährlich geimpften Hunde sind in der Literatur kaum zu finden. Nur aus neun Ländern (Tabellen 2 und 6) liegen hierzu Zahlenangaben vor. Die Werte schwanken zwischen 0,04 und 31,2 Hundeimpfungen pro 100 Hunde. Das arithmetische Mittel beträgt 11, der Medianwert liegt bei 5 und der Maximalwert ist 31.

Kritische Betrachtungen

Bei der Betrachtung der Daten sind mehrere Situationen als mögliche Gründe für niedrige und hohe Werte zu berücksichtigen. Folgende Faktoren beeinflussen die Daten über Impfungen beim Hund:

niedrige Inzidenz

- hoher Prozentsatz streunender Hunde
- Impfstoffmangel
- schlechte Datenerfassung

hohe Inzidenz

- hochentwickelte Seuchenüberwachung
- Aufklärung und Mitarbeit der Hundehalter im Rahmen eines nationalen Bekämpfungsprojektes

3.2.5 Zahlenmäßige Beziehung zwischen postexpositionellen Wutschutzbehandlungen und Tollwutfällen des Menschen

Aus einer Reihe von Ländern liegen Angaben für dieses Zahlenpaar vor (Tabelle 4). Allerdings sind hierunter auch

Länder, die fast tollwutfrei sind und deswegen viele Behandlungen bei wenig Tollwutfällen aufweisen, z.B. Argentinien und Länder, die ebenso wenig Tollwutfälle bei gleichzeitig sehr vielen Wutschutzbehandlungen aufweisen, weil exponierte Personen gut erfaßt und Behandlungen deswegen besonders häufig durchgeführt werden, z.B. Türkei. Maximal werden Werte von weit über 1.000 menschlichen Tollwutfällen pro 10.000 Wutschutzbehandlungen berichtet. Das arithmetische Mittel liegt bei 671, der Zentralwert bei 49.

3.2.6 Zahlenmäßige Beziehung zwischen Tollwutfällen beim Hund und beim Menschen

Wertepaare liegen aus einer ganzen Reihe von Ländern vor (Tabelle 5). Die Werte reichen von 0,3 bis 471,4 Tollwutfällen beim Menschen pro 100 Tollwutfällen beim Hund. Das arithmetische Mittel beträgt 43, der Zentralwert liegt bei 6. Das Verhältnis beider Werte zueinander wird stark beeinflußt durch die unterschiedliche Intensität der Seuchenüberwachung im Medizinal- und Veterinärbereich.

Die Seuchenüberwachung im Veterinärbereich scheint in vielen Ländern Lateinamerikas besonders gut entwickelt zu sein, während sie in Ländern anderer Kontinente doch teilweise erheblich zu wünschen übrig läßt. Wiederum dürften die Populationsdichten und das enge Zusammenleben von Hund und Mensch einen Einfluß auf die Zahlenpaare haben.

3.2.7 Zahlenmäßige Beziehung zwischen Hundetollwutfällen und postexpositionellen Wutschutzbehandlungen

Dieses Zahlenpaar ist für eine relativ große Anzahl von Ländern bekannt (Tabelle 5), schwankt aber erheblich in

Abhängigkeit von der Intensität der Tollwuterfassung beim Hund und der Wutschutzbehandlung des Menschen. Auch das Fortschreiten eines erfolgreichen nationalen Tollwutbekämpfungsprogrammes hat einen merklichen Einfluß. So bleibt die Zahl der postexpositionellen Wutschutzbehandlungen des Menschen noch einige Jahre auf hohen Werten, obwohl die Tollwut beim Tier schon weitgehend eingedämmt ist, z.B. in Argentinien.

Ein gleiches Zahlenverhältnis tritt auch dort auf, wo keine Bekämpfung der Seuche im Feld erfolgt (z.B. Marokko), oder kaum Seuchendaten für den Hund vorliegen. Die Aufstellung in Tabelle 5 ist deshalb mit besonderer Vorsicht zu interpretieren.

Leider müssen wir erkennen, daß in manchen Ländern relativ wenig geimpft wird, nicht etwa aus Mangel an Expositionsfällen, sondern weil einfach der Impfstoff fehlt. Eine Abnahme der Wutschutzbehandlungen beim Menschen ist auch dort die Regel, wo die Seuchenüberwachung beim Tier ganz besonders gut ist, weil dort überflüssige Impfungen vermieden werden können. Die Werte liegen zwischen 0,2 und 284 Tollwutfällen beim Hund pro 100 postexpositionellen Wutschutzbehandlungen des Menschen mit einem arithmetischen Mittel von 30 und einem Zentralwert von 6.

3.2.8 Vergleich der Populationen von Mensch und Hund

Populationsdaten für den Hund sind sehr vorsichtig zu beurteilen, da sie oft auf reinen Schätzungen beruhen. Dennoch sind in Tabelle 4 einige Wertepaare Hund zu Mensch aufgeführt. Es ergibt sich ein Durchschnittswert von 17 Hunden pro 100 Einwohnern mit einem Maximalwert von 113 sowie einem Zentralwert von 12.

TABELLE 1 Einwohnerzahlen, postexpositionelle Wutschutzbehandlungen und Tollwutfälle beim Menschen nach Angaben in der Literatur

Land	Einwohnerzahl (in Mio.)	Wutschutz- behandlungen	Tollwutfälle beim Menschen
Arabische Republik			
Yemen	6,400 (47)	150 (47)	23 (47)
Aethiopien	30,400 (51)	2.400 (95)	550 (51)
Algerien	20,390 (99)	40.000 (99)	50 (99)
Argentinien	26,729 (84)	54.028 (61)	6 (61)
Bareilly	0,431 (36)	946 (36)	12 (36)
Bolivien	5,425 (84)	2.575 (95)	6 (95)
Botswana	0,800 (84)	16 (95)	5 (95)
Brasilien	118,645 (84)	149.139 (32)	150 (32)
Domini-			
kanische Rep.	5,275 (84)	1.259 (95)	0 (95)
El Salvador	4,435 (84)	22.802 (95)	11 (95)
Equador	8,146 (84)	2.540 (95)	25 (28)
Ghana	11,300 (84)	31 (95)	21 (95)
Guatemala	7,046 (84)	--	10 (28)
Honduras	3,564 (84)	3.822 (95)	8 (95)
Indonesien	148,470 (84)	14.000 (81)	69 (81)
Kenya	15,320 (84)	110 (95)	66 (52)
Kolumbien	26,360 (84)	13.225 (62)	25 (62)
Laos	3,633 (84)	50 (95)	1 (95)
Mali	6,465 (84)	2.496 (95)	6 (95)
Marokko	20,646 (99)	12.897 (99)	28 (99)
Nepal	15,000 (53)	6.968 (53)	190 (53)
Paraguay	2,973 (84)	1.694 (95)	6 (28)
Peru	17,293 (84)	13.116 (95)	23 (5)
Philippinen	48,000 (8)	16.602 (98)	236 (31)
Rangoon	2,300 (84)	1.274 (49)	46 (49)
Sri Lanka	14,741 (84)	28.546 (43)	153 (43)
Sudan	22,000 (47)	25.000 (47)	25 (47)
Süd Afrika	28,483 (84)	106 (95)	2 (95)
Syrien	9,000 (47)	50 (47)	2 (47)
Thailand	46,142 (84)	50.966 (8)	370 (81)
Tunesien	6,966 (99)	18.600 (99)	20 (99)
Türkei	45,000 (47)	62.500 (47)	35 (47)
Venezuela	13,515 (84)	7.122 (95)	11 (28)
Viet Nam	51,082 (84)	33.225 (95)	89 (95)
Zambia	5,465 (84)	--	10 (16)
Zimbabwe	7,150 (84)	837 (95)	16 (17)

Indien	650,982 (84)	3.000.000 (76)	18.000 (81)

TABELLE 2 Tollwutfälle beim Hund, Anzahl der Hunde und Hundeimpfungen nach Angaben in der Literatur

Land	Tollwutfälle beim Hund	Anzahl der Hunde (in Mio.)	Hundeimpfungen
Arabische Republik			
Yemen	--	0,221 (47)	311 (47)
Aethiopien	143 (95)	--	--
Algerien	137 (99)	1,100 (99)	70.000 (99)
Argentinien	1.033 (60)	--	--
Bareilly	42 (36)	0,036 (36)	--
Bolivien	1.025 (95)	--	--
Botswana	22 (95)	--	--
Brasilien	1.885 (32)	--	--
Dom. Rep.	50 (95)	--	--
El Salvador	52 (95)	5,000 (58)	--
Equador	1.342 (7)	--	--
Ghana	88 (95)	--	--
Guatemala	310 (7)	--	--
Honduras	8 (95)	--	--
Indonesien	780 (81)	--	--
Kenya	14 (95)	--	--
Kolumbien	1.471 (62)	2,626 (62)	781.539 (62)
Laos	40 (95)	--	--
Mali	10 (76)	--	--
Marokko	235 (99)	2,500 (99)	25.000 (99)
Nepal	200 (53)	2,200 (53)	--
Paraguay	199 (95)	--	--
Peru	882 (5)	2,000 (5)	--
Philippinen	250 (31)	--	--
Sri Lanka	--	2,000 (100)	--
Sudan	436 (56)	2,200 (47)	838 (47)
Süd Afrika	83 (95)	--	--
Syrien	--	0,500 (47)	2.000 (47)
Thailand	2.418 (76)	13,000 (8)	--
Tunesien	234 (99)	0,800 (99)	249.437 (99)
Türkei	1.289 (63)	2,000 (47)	108.000 (47)
Venezuela	668 (95)	1,640 (59)	357.564 (59)
Viet Nam	33.143 (95)	--	--
Zambia	170 (16)	1,000 (16)	--
Zimbabwe	320 (17)	0,700 (17)	--
Indien	--	30,000 (76)	--

TABELLE 3 Anzahl der postexpositionellen Wutschutzbehandlungen und Tollwutfälle beim Menschen pro 1 Million Einwohner (berechnet aus den Angaben in der Literatur)

1 Million Einwohner	postexpositio- nelle Wutschutz- behandlungen	1 Million Einwohner	Tollwutfälle beim Menschen
Ghana	3	Süd Afrika	0,1
Süd Afrika	4	Argentinien	0,2
Syrien	6	Syrien	0,2
Kenya	7	Laos	0,3
Laos	14	Indonesien	0,5
Botswana	20	Türkei	0,8
Yemen	23	Venezuela	0,8
Aethiopien	79	Mali	0,9
Indonesien	94	Kolumbien	1,0
Zimbabwe	117	Bolivien	1,1
Dom. Rep.	239	Sudan	1,1
Equador	312	Peru	1,3
Philippinen	346	Brasilien	1,3
Mali	386	Guatemala	1,4
Nepal	465	Marokko	1,4
Bolivien	475	Viet Nam	1,7
Kolumbien	502	Zambia	1,8
Venezuela	527	Ghana	1,9
Rangoon	554	Paraguay	2,0
Paraguay	555	Zimbabwe	2,2
Marokko	625	Honduras	2,3
Viet Nam	650	El Salvador	2,5
Peru	759	Algerien	2,5
Honduras	1.072	Tunesien	2,9
Thailand	1.105	Equador	3,1
Sudan	1.136	Yemen	3,6
Brasilien	1.257	Kenya	4,3
Türkei	1.389	Philippinen	4,9
Sri Lanka	1.937	Botswana	6,3
Algerien	1.962	Thailand	8,0
Argentinien	2.021	Sri Lanka	10,4
Bareilly	2.195	Nepal	12,7
Tunesien	2.670	Aethiopien	18,1
El Salvador	5.141	Rangoon	20,0
		Bareilly	27,8

TABELLE 4 Anzahl der Hunde pro 100 Einwohner und Anzahl der Tollwutfälle beim Menschen pro 10.000 postexpositionelle Wutschutzbehandlungen (berechnet nach den Angaben in der Literatur)

100 Einwohner	Anzahl der Hunde	10.000 postexpositionelle Wutschutzbehandlungen	Tollwutfälle beim Menschen
Yemen	3,5	Argentinien	1,1
Türkei	4,4	El Salvador	4,8
Algerien	5,4	Türkei	5,6
Syrien	5,6	Sudan	10,0
Bareilly	8,4	Brasilien	10,1
Zimbabwe	9,8	Tunesien	10,8
Kolumbien	10,0	Algerien	12,5
Sudan	10,0	Venezuela	15,5
Tunesien	11,5	Peru	17,5
Peru	11,6	Kolumbien	18,9
Marokko	12,1	Honduras	20,9
Venezuela	12,1	Marokko	21,7
Sri Lanka	13,6	Bolivien	23,3
Nepal	14,7	Mali	24,0
Zambia	18,3	Viet Nam	26,8
Thailand	28,2	Paraguay	36,4
El Salvador	112,7	Indonesien	49,3
		Sri Lanka	53,6
		Thailand	72,6
		Equador	98,4
		Bareilly	126,9
		Philippinen	142,2
		Süd Afrika	188,7
		Zimbabwe	191,2
		Laos	200,0
		Nepal	272,7
		Rangoon	361,1
		Syrien	400,0
		Yemen	1.533,0
		Aethiopien	2.291,7
		Botswana	3.125,0
		Kenya	6.000,0
		Ghana	6.774,2

TABELLE 5 Anzahl der Hundetollwutfälle pro 100 postexpositionellen Wutschutzbehandlungen, Tollwutfälle beim Menschen pro 100 Tollwutfällen beim Hund (berechnet nach den Angaben in der Literatur)

100 Wutschutz- behandlungen	Tollwutfälle beim Hund	100 Tollwutfälle beim Hund	Tollwutfälle beim Menschen
El Salvador	0,2	Viet Nam	0,3
Algerien	0,3	Argentinien	0,6
Mali	0,4	Bolivien	0,6
Tunesien	1,3	Kolumbien	1,7
Brasilien	1,3	Venezuela	1,7
Philippinen	1,5	Equador	1,9
Sudan	1,7	Süd Afrika	2,4
Marokko	1,8	Laos	2,5
Argentinien	1,9	Peru	2,6
Türkei	2,1	Türkei	2,7
Nepal	2,9	Paraguay	3,0
Dominikanische Republik	4,0	Guatemala	3,2
Bareilly	4,3	Honduras	3,6
Thailand	4,7	Zimbabwe	5,0
Indonesien	5,6	Sudan	5,7
Honduras	5,9	Zambia	5,9
Äthiopien	6,0	Brasilien	8,0
Peru	6,7	Tunesien	8,6
Venezuela	9,4	Indonesien	8,9
Kolumbien	11,1	Marokko	11,9
Paraguay	12,1	Thailand	15,3
Kenya	12,7	El Salvador	21,2
Zimbabwe	38,2	Botswana	22,7
Bolivien	39,8	Ghana	23,9
Equador	52,8	Bareilly	28,6
Süd Afrika	78,3	Algerien	36,5
Laos	80,0	Mali	60,0
Viet Nam	99,8	Philippinen	94,4
Botswana	137,5	Nepal	95,0
Ghana	283,9	Äthiopien	384,6
		Kenya	471,4

TABELLE 6 Anzahl der Tollwutfälle beim Hund pro 1 Million Hunde und Anzahl der Hundimpfungen pro 100 Hunde (berechnet nach den Angaben in der Literatur)

1 Million Hunde	Tollwutfälle beim Hund	100 Hunde	Hunde- impfungen
El Salvador	10,4	Sudan	0,04
Nepal	90,9	Yemen	0,14
Marokko	94,0	Syrien	0,40
Algerien	124,6	Marokko	1,00
Zambia	170,0	Türkei	5,40
Thailand	186,0	Algerien	6,40
Sudan	198,2	Venezuela	21,80
Tunesien	292,5	Kolumbien	29,80
Venezuela	407,3	Tunesien	31,20
Peru	441,0		
Zimbabwe	457,1		
Kolumbien	560,2		
Türkei	644,5		
Bareilly	1.166,7		

TABELLE 7 Mittel-, Median- und Maximalwerte aus den Tabellen 3, 4, 5 und 6

	arithmetischer Mittelwert	Medianwert	Maximalwert
Anzahl der Wutschutz- behandlungen pro 1 Million Einwohner	843	515	5.141
Anzahl der Tollwut- fälle des Menschen pro 1 Million Ein- wohner	4	2	28
Anzahl der Tollwut- fälle des Menschen pro 10.000 Wut- schutzbehandlungen	671	49	6.774
Anzahl der Tollwut- fälle beim Hund pro 100 Wutschutzbe- handlungen	30	6	284
Anzahl der Tollwut- fälle des Menschen pro 100 Tollwutfällen beim Hund	43	6	471
Anzahl der Hunde- tollwutfälle pro 1 Million Hunde	346	245	1.167
Anzahl der Hunde- impfungen pro 100 Hunde	11	5	31
Anzahl der Hunde pro 100 Einwohnern	17	12	113

3.3 Ergebnis der speziellen Erhebung

Wegen der Schwächen der Bewertung und Kombination von Daten aus zahlreichen, verschiedenartigen Statistiken und Literaturquellen wurde im Rahmen dieser Untersuchung eine spezielle Erhebung durchgeführt. Daran haben sich 22 Länder beteiligt. Die Einzelwerte sind in Tabelle 8 wiedergegeben.

In gleicher Weise wie im Abschnitt 3.2 für die Daten aus der Literatur werden die Raten, Verhältniswerte, Mittel-, Median- und Maximalwerte aus der speziellen Erhebung bestimmt. Sie sind den Tabellen 9, 10, 11, 12 und 13 zu entnehmen.

TABELLE 8 Angaben zu den Einwohnerzahlen, postexpositionellen Wutschutzbehandlungen, Tollwutfällen bei Mensch und Hund, Anzahl der Hunde und Anzahl geimpfter Hunde aus der speziellen Erhebung

Land	Einwohner (in Mio.)	Wutschutzbe- handlungen	Tollwutfälle beim Menschen	Tollwutfälle beim Hund	Hunde (in Mio.)	geimpfte Hunde
Algerien	18,956	31.000	74	1.189	1,1	18.158
Argentinien	28,000	35.000	1	80	3,5	2.500.000
Brasilien	120,000	192.000	125	1.635	--	12.000.000
Botswana	0,941	640	5	42	--	45.000
Dom. Rep.	5,500	1.500	3	120	0,4	100.000
Indonesien	150,000	20.000	52	913	7,0	300.000
Kenya	16,000	--	66	115	--	100.000
Korea	40,000	--	0	1	1,1	500.000
Kuba	10,000	16.158	0	26	0,8	422.921
Madagaskar	9,500	913	0	27	--	2.000
Mozambique	12,500	690	5	20	0,6	65.000
Namibia	1,000	--	2	21	0,08	37.500
Nigeria	80,000	--	505	2.150	2,00	100.000
Sri Lanka	13,500	7.000	135	375	1,25	225.000
Sudan	25,000	33.440	10	20	--	276
Syrien	9,000	2.000	10	--	--	1.800
Tanzania	17,000	3.000	83	25	1,40	100.000
Thailand	49,000	80.000	350	6.417	10,80	300.000
Zambia	6,000	--	--	150	0,60	60.000
Zimbabwe	7,500	--	3	120	0,50	30.000

TABELLE 9 Anzahl der postexpositionellen Wutschutzbehandlungen und Tollwutfälle beim Menschen pro 1 Million Einwohner (berechnet nach den Angaben aus der speziellen Erhebung)

1 Million Einwohner	postexpositionelle Wutschutz- behandlungen	1 Million Einwohner	Tollwutfälle beim Menschen
Mozambique	55,2	Argentinien	0,04
Madagaskar	96,1	Indonesien	0,4
Indonesien	133,3	Mozambique	0,4
Tanzania	176,5	Sudan	0,4
Syrien	222,2	Zimbabwe	0,4
Dom. Rep.	272,7	Dom. Rep.	0,6
Sri Lanka	518,5	Brasilien	1,04
Botswana	680,1	Syrien	1,1
Argentinien	1.250,0	Namibia	2,0
Sudan	1.337,6	Algerien	3,9
Brasilien	1.600,0	Kenya	4,13
Kuba	1.615,8	Tanzania	4,9
Thailand	1.632,7	Botswana	5,3
Algerien	1.651,2	Nigeria	6,3
		Thailand	7,1
		Sri Lanka	10,0

TABELLE 10 Anzahl der Hunde pro 100 Einwohner und Anzahl der Tollwutfälle beim Menschen pro 10.000 postexpositionellen Wutschutzbehandlungen (berechnet nach Angaben aus der speziellen Erhebung)

100 Einwohner	Anzahl der Hunde	10.000 post-expositionelle Wutschutzbehandlungen	Tollwutfälle beim Menschen
Nigeria	2,5	Argentinien	0,3
Korea	2,8	Sudan	3,0
Indonesien	4,7	Brasilien	6,5
Mozambique	4,8	Dom. Rep.	20,0
Algerien	5,8	Algerien	23,6
Zimbabwe	6,7	Indonesien	26,0
Dom. Rep.	7,3	Thailand	43,8
Kuba	8,0	Syrien	50,0
Namibia	8,0	Mozambique	72,5
Tanzania	8,2	Botswana	78,1
Sri Lanka	9,3	Sri Lanka	192,9
Zambia	10,0	Tanzania	276,7
Argentinien	12,5		
Thailand	22,0		

TABELLE 11 Anzahl der Hundetollwutfälle pro 100 postexpositionellen Wutschutzbehandlungen, Tollwutfälle beim Menschen pro 100 Tollwutfällen beim Hund (berechnet nach Angaben aus der speziellen Erhebung)

100 Wutschutzbehandlungen	Tollwutfälle beim Hund	100 Tollwutfälle beim Hund	Tollwutfälle beim Menschen
Sudan	0,1	Argentinien	1,3
Kuba	0,2	Zimbabwe	2,5
Argentinien	0,2	Dom. Rep.	2,5
Tanzania	0,8	Thailand	5,5
Brasilien	0,9	Indonesien	5,7
Mozambique	2,9	Algerien	6,2
Madagaskar	3,0	Brasilien	7,7
Algerien	3,8	Namibia	9,5
Indonesien	4,6	Botswana	11,9
Sri Lanka	5,4	Nigeria	23,6
Botswana	6,6	Mozambique	25,0
Dom. Rep.	8,0	Sri Lanka	36,0
Thailand	8,0	Sudan	50,0
		Kenya	57,4

TABELLE 12 Anzahl der Tollwutfälle beim Hund pro 1 Million Hunde und Anzahl der Hundimpfungen pro 100 Hunde (berechnet nach den Angaben aus der speziellen Erhebung)

1 Million Hunde	Tollwutfälle beim Hund	100 Hunde	Hundeimpfungen
Tanzania	18	Algerien	1,7
Argentinien	23	Thailand	2,8
Kuba	33	Indonesien	4,3
Mozambique	33	Nigeria	5,0
Indonesien	130	Zimbabwe	6,0
Zimbabwe	240	Tanzania	7,1
Zambia	250	Zambia	10,0
Namibia	263	Mozambique	10,8
Sri Lanka	300	Sri Lanka	18,0
Dom. Rep.	300	Dom. Rep.	25,0
Thailand	594	Korea	45,5
Nigeria	1.075	Namibia	46,9
Algerien	1.081	Kuba	52,9
		Argentinien	71,4

TABELLE 13 Mittel-, Median- und Maximalwerte aus den Tabellen 9, 10, 11 und 12

	arithmetischer Mittelwert	Medianwert	Maximalwert
Anzahl der Wutschutz- behandlungen pro 1 Million Einwohner	803	599	1.651
Anzahl der Tollwut- fälle des Menschen pro 1 Million Einwohner	3	2	10
Anzahl der Tollwutfälle des Menschen pro 10.000 Wutschutzbe- handlungen	66	35	277
Anzahl der Tollwut- fälle beim Hund pro 100 Wutschutzbe- handlungen	3	3	8
Anzahl der Tollwutfälle des Menschen pro 100 Tollwutfällen beim Hund	18	9	57
Anzahl der Hundetoll- wutfälle pro 1 Million Hunde	334	250	1.081
Anzahl der Hunde- impfungen pro 100 Hunde	15	10	71
Anzahl der Hunde pro 100 Einwohnern	7	8	22

3.4 Basis und Modelldaten zur Berechnung von Trends und Kosten

Grundlage der Berechnungen sind die ungewichteten Daten aus der Literatur und der speziellen Erhebung. Nicht berücksichtigt wird hierbei, daß manche Provinzen eines Landes hundetollwutfrei sind (z.B. in Indonesien, Argentinien). Die berichtete Anzahl Tollwutfälle bei Mensch und Hund und postexpositionelle Wutschutzbehandlungen des Menschen werden für jedes Land in Relation zur Gesamtbevölkerung gesehen und analysiert. Dadurch liegen die Quoten für postexpositionelle Wutschutzbehandlungen und Tollwutfälle des Menschen teilweise niedriger, als es der Realität entspricht.

3.4.1 Ableitung der Daten aus der Literatur

In die Berechnungen der Gesamtquote fließen Angaben aus 36 der 87 (29) hundetollwutverseuchten Länder ein (Tabelle 1). Nur aus diesen Ländern liegen für unsere Betrachtungen relevante Daten für identische Zeitabschnitte nach 1979 vor (vgl. 3.1.1).

Das gewählte Verfahren zur Bestimmung der Gesamtquote geht von den relativ gesicherten Angaben zur Population des Menschen aus (vgl. 3.1.1). Zur Berechnung herangezogen werden die arithmetischen Mittelwerte. Wie aus Tabelle 7 leicht zu erkennen ist, liegen sie höher als die Medianwerte.

Ergebnis 1: Auf 1 Million Einwohner entfallen
 3 Fälle menschlicher Tollwut
 743 postexpositionelle Wutschutzbe-
 handlungen
 32 Tollwutfälle beim Hund
 100.000 Hunde
 11.743 Hundeimpfungen

Nur wenige Länder verfügen über ein System intensiver Seuchenüberwachung im Veterinärbereich. Sie lassen sich daran erkennen, daß sie viele Fälle von Tollwut oder viele Impfungen beim Hund berichten. Nur wenige Fälle von Hundetollwut bei relativ vielen Tollwutfällen des Menschen weisen auf schlechte Seuchenüberwachung im Veterinärbereich hin. Sind beide Werte niedrig, besteht die Möglichkeit einer äußerst geringen Seuchendichte im Land (z.B. Südafrika) oder einer schlechten Seuchenüberwachung in beiden Bereichen, der Veterinärmedizin und der Humanmedizin.

Zur Berechnung einer Vergleichsquote werden die Angaben von 6 Ländern mit relativ guter Seuchenüberwachung im Veterinärbereich herangezogen, die ebenfalls Angaben zur Anzahl der postexpositionellen Wutschutzbehandlungen und Tollwutfälle beim Menschen machen (Algerien, Kolumbien, Marokko, Türkei, Tunesien, Venezuela).

Für die Angaben zur Anzahl der Tollwutfälle beim Hund darf man auch unter Voraussetzung einer relativ guten Seuchenüberwachung im Veterinärbereich keine allzu große Übereinstimmung mit den realen Verhältnissen erwarten. Sie sind in jedem Fall als zu gering zu bewerten, da nur die durch Laboruntersuchungen bestätigten Tollwutfälle erfaßt werden und diese nur einen Teil der an Tollwut verendeten Tiere darstellen.

Ergebnis 2: Auf 1 Million Einwohner entfallen in diesen 5
Ländern

1 Fall menschlicher Tollwut

1.035 postexpositionelle Wutschutzbehand-
lungen

27 Tollwutfälle beim Hund

80.000 Hunde

12.099 Hundeimpfungen

Zur weiteren Absicherung der im ersten Verfahren ermittelten Gesamtquote (Ergebnis 1) als repräsentativen Mittelwert für die Beziehung der fünf Parameter zueinander sind 31 der 36 Länder aus der ersten Berechnung in drei Gruppen zusammengefaßt worden. Gemeinsam ist diesen 31 Ländern, daß sie über ihre gesamte Fläche durchseucht sind, sowie Tollwutfälle beim Menschen und Daten über postexpositionelle Wutschutzbehandlungen angeben. Unberücksichtigt bleiben dabei die drei Parameter Hundetollwutfälle, Hundepopulation und Impfungen beim Hund, da hierzu nur wenige dieser Länder Angaben machen.

Kriterium für die Einteilung in drei Gruppen ist die Intensität der postexpositionellen Wutschutzbehandlungen beim Menschen (siehe Abbildung 1).

Gruppe 1: Länder mit 3 bis 100 postexpositionellen Wutschutzbehandlungen beim Menschen pro 1 Million Einwohner

In diese Gruppe fallen hochgradig durchseuchte Länder mit unzureichender Seuchenuberwachung, in denen Impfstoffmangel für Wutschutzbehandlungen zu einer großen Anzahl von Tollwutfällen beim Menschen führt. Ebenso in diese Gruppe fallen geringgradig durchseuchte Länder wie Südafrika, die neben einer geringen Anzahl von Wutschutz-

behandlungen auch wenig Tollwutfälle beim Menschen berichten. Außerdem fallen in diese Gruppe auch hochgradig durchseuchte Länder wie Ghana, in denen eine mangelhafte Infrastruktur auf dem Informations- und Medizinsektor kaum Angaben über Tollwutfälle erbringt.

Gruppe 2: Länder mit 100 bis 1.000 postexpositionellen Wut-schutzbehandlungen pro 1 Million Einwohner

In diese Gruppe fallen jene Länder, die das Seuchengeschehen in der Hundepopulation teilweise bereits erfolgreich eindämmen konnten (z.B. Venezuela) und solche Länder, die keine Kontrolle über das Seuchengeschehen in der Hundepopulation haben und zuwenig Hunde impfen (z.B. Mali).

Gruppe 3: Länder mit mehr als 1.000 expositionellen Wut-schutzbehandlungen pro 1 Million Einwohner

In diese Gruppe fallen hochgradig durchseuchte Länder mit relativ guter Überwachung im Medizinbereich (z.B. Thailand) sowie Länder, in denen die Aufklärung der Bevölkerung im Rahmen der Seuchenbekämpfung vorerst die Zahl der Wut-schutzbehandlungen trotz nur noch relativ geringer Seuchendichte hochhält (z.B. Türkei).

Diese partiellen Gesamtquoten werden nach dem ersten Verfahren, ausgehend von der Population des Menschen ermittelt.



Abbildung 1 Wutschutzbehandlungen pro 1 Million Einwohner
Tollwutfälle des Menschen pro 1 Million Einwohner

Ergebnis 3: in Gruppe 1 entfallen auf 1 Million Einwohner
 28 postexpositionelle Wutschutzbehandlungen
 6 Tollwutfälle beim Menschen

in Gruppe 2 entfallen auf 1 Million Einwohner
 511 postexpositionelle Wutschutzbehandlungen
 3 Tollwutfälle beim Menschen

in Gruppe 3 entfallen auf 1 Million Einwohner
 1.425 postexpositionelle Wutschutzbehandlungen
 3 Tollwutfälle beim Menschen

3.4.2 Ableitung der Daten aus der speziellen Erhebung

Analog zu den Berechnungsverfahren im vorangegangenen Abschnitt werden die Quoten aus der speziellen Erhebung ermittelt. Hier liegen Angaben aus 22 Ländern vor.

Ergebnis 1: Auf 1 Million Einwohner entfallen
 3 Tollwutfälle beim Menschen
 904 postexpositionelle Wutschutzbehandlungen
 26 Tollwutfälle beim Hund
 70.000 Hunde
 10.700 Hundeimpfungen

In die Berechnung der Vergleichsquote, ausgehend von den Tollwutfällen beim Hund, gehen die Angaben aus 4 Ländern der speziellen Erhebung ein (Algerien, Dominikanische Republik, Sri Lanka, Thailand).

Ergebnis 2: Auf 1 Million Einwohner entfallen
 6 Tollwutfälle beim Menschen
 1.358 postexpositionelle Wutschutzbehand-
 lungen
 92 Tollwutfälle beim Hund
 160.000 Hunde
 7.284 Hundeimpfungen

Für die Berechnung der drei partiellen Gesamtquoten wurde analog 3.4.1 ausgewählt. In Gruppe 1 fällt danach nur Mozambique, in Gruppe 2 fallen Botswana, die Dominikanische Republik, Sri Lanka, Syrien und Thailand, in Gruppe 3 fallen Algerien, Brasilien, Sudan und Thailand.

Ergebnis 3: in Gruppe 1 entfallen auf 1 Million Einwohner
 55 postexpositionelle Wutschutzbehand-
 lungen
 0 Tollwutfälle beim Menschen

in Gruppe 2 entfallen auf 1 Million Einwohner
 308 postexpositionelle Wutschutzbehand-
 lungen
 5 Tollwutfälle beim Menschen

in Gruppe 3 entfallen auf 1 Million Einwohner
 1.581 postexpositionelle Wutschutzbehand-
 lungen
 3 Tollwutfälle beim Menschen

Es überrascht die relativ gute Übereinstimmung mit den Quoten, die aus Angaben der Literatur ermittelt wurden.

3.4.3 Modellvorschlag

Die relativ gute Übereinstimmung der Qoten aus den Daten in der Literatur und aus der speziellen Erhebung läßt auf ein allgemeingültiges "System" aus Seuchengeschehen, Gegenmaßnahmen und Überwachungsqualität schließen. Sie gab Veranlassung und Berechtigung, folgendes Modell zu erstellen, welches als Grundlage für den prospektiven Verlauf eines Tollwutbekämpfungsprogramms und die Berechnung der voraussichtlich entstehenden Impfstoffkosten gedacht ist.

- a) Für das Modell wird das Verhältnis von 1 Tollwutfall des Menschen pro 10 Tollwutfällen beim Hund herangezogen, das sich sowohl aus den in der Literatur publizierten Daten als auch aus der speziellen Erhebung ergibt. Dies entspricht dem Medianwert der Datenpaare aus der Analyse (vgl. 3.2.6 und 3.3) und stimmt vor allem mit den Daten aus Ländern mit relativ guter Seuchenüberwachung überein (vgl. 3.4.1 Ergebnis 2 und 3.4.2 Ergebnis 2).

Eine sehr gute Überwachung des Seuchengeschehens im Veterinärbereich und im Medizinalbereich (z.B.Venezuela) kann das Verhältnis bis auf 1 : 100 erweitern. Schlechte Erfassung der Tollwutfälle beim Tier und Impfstoffmangel führen dagegen rechnerisch zu einem Verhältnis von 1 : 1 oder zu der völlig unrealistischen Situation, wie sie die Angabe von mehr Tollwutfällen beim Mensch als beim Hund vorspiegelt.

Das Verhältnis 1 : 10 darf deshalb als realistisch für jene Länder angesehen werden, in denen zwar Humanimpfstoff zur Verfügung steht, aber keine systematische Bekämpfung des Seuchengeschehens in der Hundepopulation erfolgt.

- b) Das Verhältnis aus der speziellen Erhebung von 1 Million Einwohner zu 3 Tollwutfällen beim Menschen zu 30 Tollwutfällen beim Hund ergibt eine weitere Übereinstimmung mit den Werten aus der Literatur.

Diese Quote wird wesentlich von der Intensität des Seuchengeschehens in der Hundepopulation und seine Überwachung durch den Veterinardienst beeinflusst. Nur teilweise durchseuchte Länder (z.B. Argentinien) und bereits erfolgreich die Seuche bekämpfende Länder (z.B. Türkei), die dazu noch einen gut funktionierenden Medizinaldienst haben, können die Zahl der Tollwutfälle auf weniger als einen menschlichen Tollwutfall pro 1 Million Einwohner drücken. Ein nur rechnerisch ebenso günstiges Verhältnis, das jedoch keine Wiedergabe der realen Situation darstellt, ergibt sich für Länder mit mangelhafter Datenerfassung. Solche Länder drücken den Medianwert (vgl. 3.2.5 und 3.3). Erfolgt keine Reduzierung der Seuchendichte in der Hundepopulation so werden, trotz zahlreicher post-expositioneller Wutschutzbehandlungen (z.B. Tunesien) noch mindestens drei Tollwutfälle beim Menschen pro 1 Million Einwohner berichtet (vgl. Ergebnis 3).

Darauf weist die Quote von 6 Tollwutfällen beim Menschen pro 1 Million Einwohner aus Ergebnis 2 der speziellen Erhebung mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit hin. Dieser hohe Wert ergibt sich aus den Angaben hochgradig durchseuchter Länder mit guter Datenerfassung im Veterinär- und Medizinalsektor aber ohne wirksame bzw. am Anfang stehende Seuchenbekämpfung beim Tier. Während das obige Verhältnis von 3 Tollwutfällen beim Menschen zu 1 Million Einwohner für Länder mit adäquater Erfassung und Behandlung exponierter Personen angenommen wird, ist von mindestens 4 Tollwutfällen beim Menschen pro 1 Million Einwohner auszugehen für verseuchte Länder, in denen sowohl keine systematische Bekämpfung der Seuche im Vete-

rinärbereich erfolgt, als auch die Behandlung exponierter Personen mangelhaft ist.

- c) Das Verhältnis postexpositioneller Wutschutzbehandlungen zu Tollwutfällen beim Menschen zu 1 Million Einwohner in den Ergebnissen 1 bis 3 aus den Daten der Literatur und der speziellen Erhebung zeigt deutlich, daß intensive Wutschutzbehandlungen des Menschen bei großer Seuchendichte in der Hundepopulation die Zahl der Tollwutfälle beim Menschen nicht unter 3 pro Million senken kann. Der eventuell aus Ergebnis 3 (Gruppe 1) der speziellen Erhebung mögliche Rückschluß, daß bei wenig Wutschutzbehandlungen auch nur 3 oder gar weniger Tollwutfälle beim Menschen auftreten, entspricht nicht den realen Verhältnissen, da diese Gruppe nur von einem Land mit großen Schwächen in der Datenerfassung repräsentiert wird. In Ergebnis 2 der Literatur gehen Angaben von Ländern ein, die die Inzidenz der Tollwut beim Menschen bereits durch Bekämpfungsmaßnahmen in der Hundepopulation senken konnten.

Für das Modell wird eine Quote von 2.000 postexpositionellen Wutschutzbehandlungen pro 1 Million Einwohner zugrundegelegt. Dieser Wert ergibt sich für Länder mit relativ gut entwickelter Seuchenüberwachung und entsprechendem Stand der Wutschutzbehandlungen. Für die Modellrechnung muß von diesem "Maximalwert" ausgegangen werden, da das Programm der Weltgesundheitsorganisation zur Hundetollwutbekämpfung gleichzeitig eine optimale Versorgung exponierter Personen garantieren muß, sowohl aus ethischen Gründen als auch aus Gründen des Kostenvergleichs adäquater Anstrengungen in dem Medizinal- und Veterinärbereich.

- d) Das Verhältnis der Hundepopulation zu Hundeimpfungen ergibt, daß nur 10 Prozent der Hunde geimpft werden. Diese Ratio beruht auf den Angaben einiger weniger Länder, die bereits über eine relativ gute Seuchenüberwachung verfügen. Auch sie berichten im Schnitt von 3 Tollwutfällen beim Menschen pro 1 Million Einwohner. Kolumbien und Venezuela, die 30 bzw. 40 Prozent ihrer Hunde impfen, konnten bei gleichzeitig guter Überwachung des Seuchengeschehens auf dem Medizinalsektor die Tollwutfälle beim Menschen auf einen pro 1 Million Einwohner reduzieren.
- e) Das Verhältnis der Hundepopulation zu der Population des Menschen wird mit 1 : 10 in das Modell aufgenommen, beruht jedoch für die Hundepopulation größtenteils auf Schätzwerten (siehe auch Abschnitt 3.6.1).

Aus den Daten und deren Bewertung ergibt sich die folgende Durchschnittssituation für Gebiete der Dritten Welt, die mit Hundetollwut verseucht sind:

1 Million Einwohner : 2.000 postexpositionellen Wutschutzbehandlungen : 3 Tollwutfällen beim Menschen : 30 Tollwutfällen beim Hund : 100.000 Hunden : 10.000 Hundeimpfungen.

Diese Werte werden als Ausgangswerte für die Kosten-Nutzen-Analyse vorgeschlagen.

3.5 Kostenanalyse

Die Kosten der Einzelmaßnahmen (siehe Abschnitt 2.3.1) hängen weitgehend von dem Einkommensniveau der verschiedenen Länder ab. Eine Aufschlüsselung der Kosten nach Maßnahme ist in der Literatur nicht zu finden und dürfte auch im Einzelnen, insbesondere in den Ländern der Dritten Welt, nur schwer zu ermitteln sein. Daher wurde auch im Rahmen der speziellen Erhebung nur nach den finanziellen Aufwendungen für Hunde- und Humanimpfstoff gefragt, auf die sich die vorliegende Kostenanalyse beschränkt.

3.5.1 Postexpositionelle Wutschutzbehandlungen des Menschen

Es wird davon ausgegangen, daß in international geförderten Programmen nur Gewebekulturimpfstoffe zum Einsatz kommen. Für ein Land wie die Bundesrepublik wurden die Kosten für eine Wutschutzbehandlung ohne Antiserum für das Jahr 1974 auf DM 531,- geschätzt (65). Diese Kosten dürften bereits im Jahr 1984 um 50 Prozent auf DM 797,- gestiegen sein. Für ein Entwicklungsland liegen die Kosten allerdings etwas niedriger, da die Vakzinedosis für ungefähr DM 50,- abgegeben wird, ein Apothekenaufschlag meist nicht hinzukommt und die Arztkosten geringer sind. Bei sechs Injektionen dürfte sich aber immerhin noch ein Preis von DM 300,- (HDC-Vakzine) ergeben. Um etwa ein Drittel günstiger als die HDC-Vakzine werden die neueren Impfstoffe VERO, PCEC und DEV von den Herstellern abgegeben. Die im Rahmen der speziellen Erhebung (Anlage 1) ermittelten Kosten für eine Wutschutzbehandlung des Menschen sind Tabelle 14 zu entnehmen. Danach ergibt sich ein Durchschnittspreis von DM 283,- für das Jahr 1982. Die Applikation von Immunserum bleibt unberücksichtigt, stellt aber in manchen Ländern

einen nicht unerheblichen Kostenfaktor dar. Impfstoff für die Wutschutzbehandlung des Menschen ist einer der größten Kostenfaktoren im Rahmen von Hundetollwutbekämpfungsprogrammen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß aus Ländern mit großer Seuchendichte, ohne Bekämpfung der Tollwut in der Hundepopulation auch bei 2.000 Wutschutzbehandlungen des Menschen pro 1 Million Einwohner noch mindestens 3 Tollwutfälle beim Menschen berichtet werden.

3.5.2 Hundeimpfungen

Für die Kosten der Hundeimpfungen stehen uns zuverlässige Daten ebenfalls nur aus der Fragebogenaktion zur Verfügung (Tabelle 15). Sie ergeben einen durchschnittlichen Preis von DM 0,46 für eine Dosis Impfstoff. Bei den Angaben fällt auf, daß die Art des Impfstoffes (Mausehirn oder Gewebekultur, inaktiviert oder attenuiert) keinen Einfluß auf den Preis hat.

3.5.3 Vergleich der Kosten für Human- und Hundeimpfstoff

Pro 1 Million Einwohner muß mit 100.000 Hunden gerechnet werden, von denen 75.000 unter Impfschutz stehen müssen, um die Infektionskette in der Hundepopulation zu unterbinden (vgl. Abschnitte 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3 und 3.6.1.1). Da nur jedes zweite Jahr jeder dieser 75.000 Hunde geimpft werden muß (vgl. Abschnitt 3.6.1.3) und in den Zwischenjahren jeweils ein Drittel (25.000 Hunde), ergibt sich ein Mittelwert von 50.000 jährlich zu impfenden Hunden pro 1 Million

Einwohner. Die Impfstoffkosten hierfür betragen 50.000 mal 0,46 DM (vgl. Abschnitt 3.5.2). Das ergibt eine durchschnittliche jährliche Gesamtsumme von 23.000 Mark für Hundeimpfstoff.

Die Kosten für 2.000 postexpositionelle Wutschutzbehandlungen pro 1 Million Einwohner pro Jahr (vgl. Abschnitte 3.4.1 und 3.6.3) belaufen sich auf eine jährliche Gesamtsumme von 600.000 Mark bzw. 200.000 Mark bei Verwendung der neuen, kostengünstigeren Impfstoffe VERO, PCEC und DEV.

Daraus ergibt sich, daß, bezogen auf 1 Million Einwohner, der finanzielle Gesamtaufwand für Impfstoff zum Erhalt eines Impfschutzes in 75 Prozent der Hundepopulation den Kosten für Humanimpfstoff für 77 postexpositionelle Wutschutzbehandlungen entspricht, bzw. den Kosten von Humanimpfstoff für 230 Wutschutzbehandlungen. Das bedeutet, der finanzielle Aufwand für Hundeimpfstoff zum Schutz von 75 Prozent der Hundepopulation beträgt 3,8 bzw. 11,5 Prozent der Kosten, die bei 2.000 postexpositionellen Wutschutzbehandlungen pro 1 Million Einwohner anfallen.

TABELLE 14 Kosten für eine postexpositionelle Wutschutzbehandlung des Menschen nach Angaben aus der speziellen Erhebung

Botswana	60,- US \$
Indonesien	150,- US \$
Kenya	60,- US \$
Namibia	90,- US \$
Nigeria	300,- US \$
Tanzania	250,- US \$

arithmetischer Mittelwert: 147,7 US \$

Bei einem mittleren Wechselkurs von 1 US \$ für 2 DM: 283,3 DM

TABELLE 15 Kosten für eine Dosis Hundeimpfstoff nach Angaben aus der speziellen Erhebung

Argentinien	0,16 US \$ (Suckling mouse brain)
Brasilien	0,20 US \$ (Suckling mouse brain)
Botswana	0,60 US \$ (Mérieux)
Dominikanische Republik	0,35 US \$ (Suckling mouse brain)
Indonesien	0,50 US \$ (Tissue culture)
Mozambique	0,33 US \$ (Flury)
Namibia	0,27 US \$ (Mérieux)
Nigeria	0,20 US \$ (HEP/LEP)
Sri Lanka	0,60 US \$ (Mérieux)
Syrien	2,00 US \$ (Mérieux)
Thailand	0,63 US \$ (Tissue culture)
Zambia	0,30 US \$ (Tissue culture)
Zimbabwe	0,33 US \$ (Tissue culture)

arithmetischer Mittelwert: 0,23 US \$

bei einem mittleren Wechselkurs von 1 US \$ für 2 DM: 0,46 DM

3.6 Berechnung des Globalen Hundetollwutbekämpfungsprogrammes der Weltgesundheitsorganisation

Das Modell zur Berechnung von Tollwutbekämpfungsprogrammen wurde im Hinblick auf das WHO Programm zur Bekämpfung der Hundetollwut erstellt. Dabei ist zu vermerken, daß die Länder der gesamten amerikanischen Region sich über Regierungsbeschlüsse geeinigt haben, die Hundetollwut in allen urbanen Gebieten bis zum Jahre 1990 auszurotten (RIMSA III*). In anderen Regionen wird die Eliminierung der Hundetollwut sicherlich mehr Zeit in Anspruch nehmen.

3.6.1 Annahmen zur Berechnung

Die Annahmen gehen von einem optimalen Verlauf des Gesamtprogrammes aus. Die vorliegende prospektive Analyse sieht Zeiträume von 15 bis 30 Jahren vor, um die Hundetollwut weltweit unter Kontrolle zu bringen.

3.6.1.1 Umfang der betroffenen Populationen von Mensch und Hund in verseuchten Gebieten

Von 170 Staaten der Welt sind 87 Staaten, regional begrenzt oder landesweit, mit Hundetollwut verseucht (29). In den verseuchten Gebieten dieser 87 Staaten leben schätzungsweise 2,8 Milliarden Menschen (84). Auf der Grundlage eines Verhältnisses von 1 Hund pro 10 Menschen (vgl. 3.2.8, 3.3 und 3.4.3) muß angenommen werden, daß eine Population von 280 Millionen Hunden als gegenwärtiger Hauptträger der

* Inter American Meeting in Animal Health at Ministerial Level, April, 1983

Infektionskette das Seuchengeschehen in der Dritten Welt unterhält. Die Berechnungen gehen davon aus, daß 75 Prozent dieser Hunde unter Impfschutz stehen müssen, um die Dichte der empfänglichen Hundepopulation so weit zu senken, daß die Infektionskette unterbrochen und die Hundetollwut in der Dritten Welt eliminiert werden kann.

3.6.1.2 Impfstoffqualität und Applikation

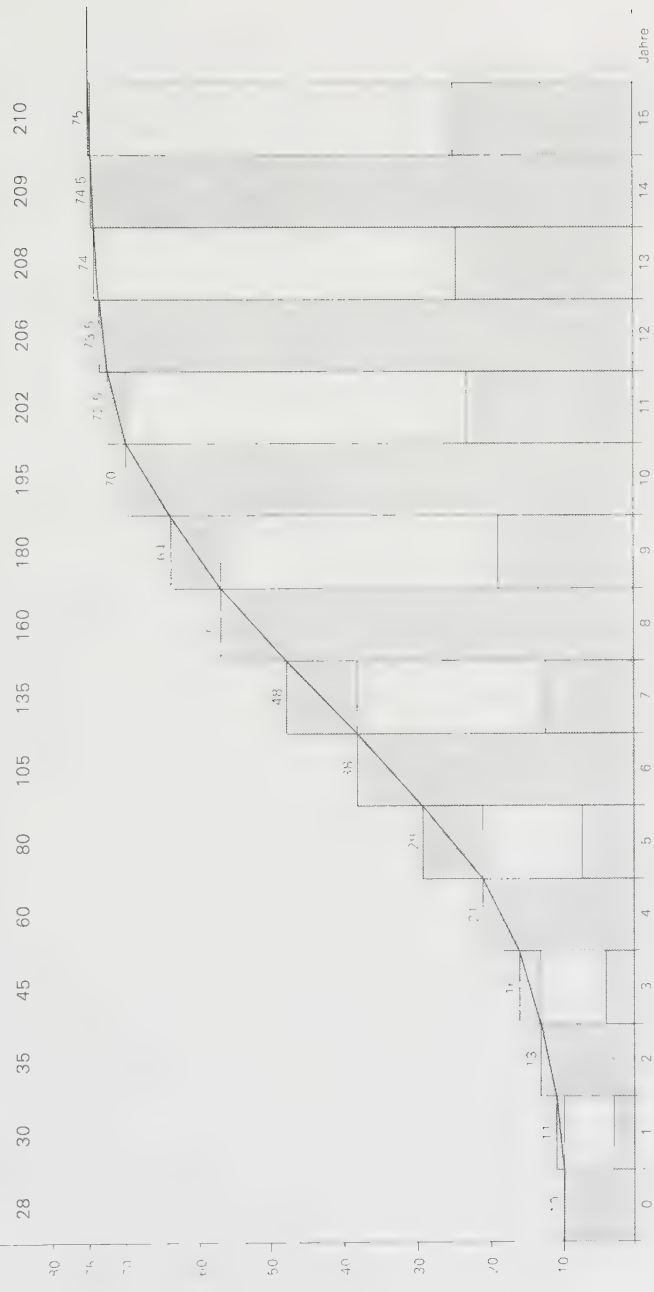
Mit Vakzinen, die nach einer Injektion im Hund eine Immunität von mindestens zwei Jahren garantieren, werden 210 Millionen Hunde (75 Prozent der Population) sukzessive in einer zunehmenden Anzahl von Territorien und Ländern geimpft. Wiederholungsimpfungen erfolgen alle zwei Jahre. In den Zwischenjahren beschränken sich die Impfungen auf den Nachwuchs bis zu einem Alter von einem Jahr. Die jährliche Rekrutierung des Nachwuchses in die Adultpopulation übersteigt vermutlich nicht die für den Fuchs in Europa ermittelte Größenordnung (40) und wird daher mit einem Drittel der Gesamtpopulation veranschlagt.

3.6.1.3 Verlauf der Hundeimpfkampagne

Aufgrund der Analyse der epidemiologischen Daten aus der speziellen Erhebung (vgl. 3.2.4) wird angenommen, daß 10 Prozent der Hundepopulation bereits zu Beginn des Tollwutbekämpfungsprogrammes einen Impfschutz hat. Folgende Überlegungen führten zu der Annahme, daß die graphische Darstellung der Zunahme des Impfschutzes in der Hundepopulation den in Abbildung 2 dargestellten sigmoiden Verlauf nimmt:

Prozent der
Hunde, die
immunisiert
sind

Anzahl geimpfter Hunde (in Millionen) im Rahmen des auf 15 Jahre angelegten, weltweiten
Hundetollwutbekämpfungsprogrammes der WHO



- ☐ zu impfende Hunde
- ☐ von der Impfung ausgenommene Hunde, die noch vom Vorjahr unter Impfschutz stehen

Abbildung 2 Anteil immunisierter Hunde (in Prozent) im Rahmen eines 15 Jahre in Anspruch nehmenden Hundetollwutbekämpfungsprogrammes



Abbildung 3 Nachfrage nach postexpositioneller Wutschutzbehandlung im Rahmen des epidemisch bedingten Wutrisikos in der Hundepopulation
 postexpositionelle Wutschutzbehandlungen ohne Bekämpfung der Seuche in der Hundepopulation
 postexpositionelle Wutschutzbehandlungen im Rahmen des epidemisch bedingten Wutrisikos in der Hundepopulation

- a) In der Anfangsphase des weltweiten Programmes zur Bekämpfung der Hundetollwut beteiligen sich nur wenige Territorien und Staaten an der Hundeeimpfkampagne. Innerhalb der Länder bedingt Unerfahrenheit des Personals voraussichtlich Schwächen in der Durchführung der Impfkation, wodurch nur wenige Hunde geimpft werden.
- b) In der Endphase des weltweiten Programmes zur Bekämpfung der Hundetollwut sinkt die Dichte der empfänglichen Population soweit, daß ein Ergreifen noch nicht geimpfter Tiere immer zeitaufwendiger wird.

3.6.1.4 Nachfrage nach postexpositionellen Wutschutzbehandlungen des Menschen

Es wird angenommen, daß nur dem internationalen Standard entsprechende, hochwirksame und gereinigte Impfstoffe zur Anwendung kommen. Weiterhin wird vorausgesetzt, daß der Impfstoff in ausreichenden Mengen zur Verfügung steht, um jeder Nachfrage entsprechen zu können und daß Verteilungsprobleme nicht auftreten.

Länder mit einer guten Seuchenüberwachung im Medizinalbereich berichten im Schnitt von 2.000 Wutschutzbehandlungen pro 1 Million Einwohner (vgl. 3.4.1). Insgesamt werden aus den verseuchten Territorien gut 3,5 Millionen Wutschutzbehandlungen gemeldet (Tabelle 1 und Abbildung 3). Im weiteren wird davon ausgegangen, daß im Rahmen eines weltweiten Programmes zur Bekämpfung der Hundetollwut, welches keine Maßnahmen gegen die Seuche im Reservoir Hund vorsieht, jährlich 2.000 Menschen pro 1 Million Einwohner eine Wutschutzbehandlung verlangen. Das bedeutet jährlich mindestens 5,6 Millionen Wutschutzbehandlungen in den hundetollwutverseuchten Gebieten der Dritten Welt.

Es wird angenommen, daß die Nachfrage nach postexpositionellen Wutschutzbehandlungen erst mit einer Verzögerung von 5 Jahren nach Eliminierung der Hundetollwut in einem Gebiet aufhören wird, vorausgesetzt, daß das Seuchengeschehen nicht von einer Wildtierspezies weiter unterhalten wird.

3.6.2 Gesamtkosten für Hundeimpfstoff

Für den Impfstoff wird der aus den Angaben der speziellen Erhebung ermittelte Durchschnittspreis von DM 0,46 angenommen (vgl. 3.5.2).

Im Rahmen des auf 15 Jahre angelegten, weltweiten Programmes zur Bekämpfung der Hundetollwut werden nach den vorliegenden Untersuchungen 1.399 Millionen Dosen Impfstoff benötigt. Daraus ergibt sich eine Summe von gut 643 Millionen Mark mit einem jährlichen Durchschnitt von knapp 43 Millionen Mark.

Für den Erhalt des Impfschutzes in der Hundepopulation betragen die Kosten im jährlichen Durchschnitt nach Abschluß des Projektes für den Impfstoff gut 64 Millionen Mark.

3.6.3 Gesamtkosten für Humanvakzine

Der durchschnittliche Preis für eine Dosis Humanvakzine (HDC) beläuft sich auf DM 50,- (vgl. 3.5.1). Für eine Wutschutzbehandlung werden sechs Dosen Impfstoff benötigt. Bei jährlich 5,6 Millionen Wutschutzbehandlungen bedeutet dies einen Gesamtpreis von etwa 1,7 Milliarden Mark pro Jahr.

Verläuft die Nachfrage nach Wutschutzbehandlungen im Rahmen des weltweiten Programmes wie in Abbildung 3 dargestellt, so werden während 15 Jahren knapp 55 Millionen Wutschutzbehandlungen erforderlich. Die Kosten hierfür belaufen sich auf gut 16 Milliarden Mark.

Etwa ein Drittel dieser Kosten fällt an, wenn die ebenfalls hochwertigen, aber günstigen Impfstoffe VERO, PCEC oder DEV verwendet werden.

3.7 Anwendung des Modells zur Berechnung nationaler Hundetollwutbekämpfungsprogramme

Aus den Annahmen zur Berechnung eines Programmes zur Bekämpfung der Hundetollwut (phasenweise Entwicklung über mehrere Jahre, Impfung in zweijährigem Rhythmus, Anhebung der Impfrate von 10 Prozent auf 75 Prozent der Hundepopulation, relativ langsame Entwicklung zu Beginn und Ende des Programmes) ergibt sich der in Abbildung 2 dargestellte sigmoide Verlauf des Programmfortschrittes. Die angegebenen Werte zur Anzahl der Hunde beziehen sich auf die globalen Daten und das globale Vorgehen. Im Prinzip gilt dieser Programmverlauf für Hundetollwutbekämpfungsprogramme jeglicher Art und zwar völlig unabhängig von der Größe des abzudeckenden Territoriums, der Population und der Zeitspanne bis zu der Erreichung des Zieles. Je nachdem, ob in einem Territorium zwei, zehn oder 20 Millionen Hunde erfaßt werden, sich das Programm bis zur Impfung von 75 Prozent der Hundepopulation über zwei, vier oder sieben Jahre hinziehen soll, es würde sich lediglich der Maßstab an der zunächst für das Globale Programm der WHO angelegten Kurve ändern. Deshalb erfolgte die Einteilung der Ordinate in Abbildung 2 in Prozent der Hundepopulation und wird der Programmverlauf in einer einfach zu handhabenden Formel dargestellt. Diese Formel lautet:

$$y(n) = a + \frac{b}{e^{-\beta x(n)} + c}$$

- wobei $y(n)$ = der Anteil (in Prozent) immunisierter Hunde
an der zu immunisierenden Population
- $x(n)$ = zurückgelegte Projektjahre ($x = 4$ bestimmt
die Situation nach Ablauf des vierten
Projektjahres)
- β = Konstante, in deren Wert die Gesamtdauer
des Projektes reflektiert wird (abzulesen
in Tabelle 16)
- $a = 8,75$ (Konstante)
- $b = 1,2740339$ (Konstante)
- $c = 0,0192307$ (Konstante)

Beispiel der Anwendung:

Ein Land von 7 Millionen Einwohnern und 700.000 Hunden möchte innerhalb von 5 Jahren einen ausreichenden Impfschutz in der Hundepopulation erreichen. Wie viele Hunde sollen nach den Jahren eins, zwei, drei, vier und fünf unter Impfschutz stehen? Wie hoch ist der Gesamtbedarf an Impfstoff zur Erreichung dieses Zieles?

Zunächst ist festzustellen, daß der Wert $y(n)$, ausgehend von 10 Prozent über die fünf Jahre bis zu einem Wert von 75 Prozent ansteigt (es ist eine Vorgabe der Planung, daß 75 Prozent der Hunde erreicht werden müssen, um die Seuche zu eliminieren). Der Zahlenwert 75 repräsentiert 75 Prozent aller Hunde, bzw. 100 Prozent der zu immunisierenden Hunde. Entsprechend geht der Wert $e(\exp.) - \beta x(n)$ über fünf Jahre von eins gegen null zurück. Zur Anwendung der Formel ist lediglich der β -Wert aus der Tabelle 16 für das fünf Jahre dauernde Programm abzulesen ($\beta = 1,8557022$). Demnach ergeben sich für

TABELLE 16 B-Werte für unterschiedliche Projektdauern

3-Jahres Projekt	$B = 3,1958446$
4-Jahres Projekt	$B = 2,3589314$
5-Jahres Projekt	$B = 1,8557022$
6-Jahres Projekt	$B = 1,4423108$
7-Jahres Projekt	$B = 1,2996980$
8-Jahres Projekt	$B = 1,1157486$
9-Jahres Projekt	$B = 1,0362001$
10-Jahres Projekt	$B = 0,9323210$
11-Jahres Projekt	$B = 0,8895805$
12-Jahres Projekt	$B = 0,7959579$
13-Jahres Projekt	$B = 0,7285704$
14-Jahres Projekt	$B = 0,6910529$
15-Jahres Projekt	$B = 0,6304227$
16-Jahres Projekt	$B = 0,5703472$
17-Jahres Projekt	$B = 0,5322877$
18-Jahres Projekt	$B = 0,5072299$
19-Jahres Projekt	$B = 0,4744118$
20-Jahres Projekt	$B = 0,4793208$
21-Jahres Projekt	$B = 0,4485202$
22-Jahres Projekt	$B = 0,4084574$
23-Jahres Projekt	$B = 0,4097022$
24-Jahres Projekt	$B = 0,3947388$
25-Jahres Projekt	$B = 0,3809274$
26-Jahres Projekt	$B = 0,3491703$
27-Jahres Projekt	$B = 0,3250246$
28-Jahres Projekt	$B = 0,3386040$
29-Jahres Projekt	$B = 0,3275027$
30-Jahres Projekt	$B = 0,3158869$

$y(1) = 16$ Prozent der Hundepopulation

$y(2) = 38$ Prozent der Hundepopulation

$y(3) = 64$ Prozent der Hundepopulation

$y(4) = 73$ Prozent der Hundepopulation

$y(5) = 75$ Prozent der Hundepopulation

Will man die benötigte Anzahl der Impfstoffdosen für ein Jahr des Projektes oder dessen Gesamtdauer ermitteln, so muß berücksichtigt werden, daß nur alle zwei Jahre der Gesamtanteil der zu immunisierenden Hunde erreicht werden muß (vgl. 3.6.1.3). Die Summe der Impfstoffdosen im Jahre null des Projektes ist identisch mit der Anzahl der Hunde, die 10 Prozent der Gesamtpopulation darstellen. Im Jahre eins des Projektes ist die Anzahl der benötigten Impfstoffdosen gleich der Anzahl der im Jahre eins zu immunisierenden Hunde minus zwei Drittel der im Vorjahr immunisierten Hunde (da die zwischenzeitlich nachrückende Generation an Jungtieren mit einem Drittel der Gesamtpopulation angenommen wird).

Setzt man für den Prozentsatz $y(n)$ die Anzahl der durch ihn repräsentierten Hunde ein, so ist die Anzahl der benötigten Impfstoffdosen gleich der Summe von

$$y(0) + y(1) - \frac{2}{3}y(0) + y(2) + y(3) - \frac{2}{3}y(2) + \dots$$

$$\dots + y(n-1) + y(n) - \frac{2}{3}y(n-1)$$

4. DISKUSSION

Ausgangsdaten zur Abschätzung des Seuchengeschehens in Hundetollwutgebieten der Dritten Welt sind Voraussetzung für eine rationale Planung und Durchführung von Bekämpfungsmaßnahmen und der Kalkulation der durch diese Maßnahmen voraussichtlich entstehenden Kosten. Auf der Grundlage der von einem Teil der hundetollwutverseuchten Länder der Dritten Welt berichteten epidemiologischen Daten konnte in der vorliegenden Arbeit ein Verhältnis von 1 Million Menschen : 2.000 Wutschutzbehandlungen : 3 menschlichen Tollwutfällen : 30 Hundetollwutfällen : 100.000 Hunden : 10.000 Hundeimpfungen für Tollwutendemiegebiete in der Dritten Welt ermittelt werden.

Wie den Tabellen 3 bis 6 zu entnehmen ist, entspricht dieses Verhältnis der sechs Parameter zueinander der Seuchensituation in jenen Ländern der Dritten Welt, die bereits über ein relativ gut entwickeltes System der Seuchenüberwachung auf dem Veterinär- und Medizinalsektor verfügen, jedoch keine Maßnahmen zur Bekämpfung der Seuche in der Hundepopulation ergreifen. In anderen Ländern und Territorien der Dritten Welt muß mit einer ungünstigeren Seuchensituation gerechnet werden, gekennzeichnet durch wesentlich mehr Tollwutfälle beim Menschen. Dabei fällt im Vergleich mit Tabelle 3 auf, daß nicht nur Länder mit weniger als 2.000 Wutschutzbehandlungen pro 1 Million Einwohner mehr als 3 Tollwutfälle beim Menschen angeben, sondern auch Länder mit dieser hohen Rate an Wutschutzbehandlungen. Da eine große Anzahl menschlicher Tollwutfälle trotz einer hohen Rate an Wutschutzbehandlungen nur aus Ländern Südostasiens berichtet wird kann angenommen werden, daß die Populationsdichte von Mensch und Hund ausschlaggebend ist. Analoge Verhältnisse sind sicherlich auch in dichtbesiedelten Regionen anderer Länder zu finden.

Da das Verhältnis der sechs, für die Seuchensituation in einem Hundetollwutendemiegebiet relevanten Parameter sich sowohl aus den Angaben in der Literatur als auch aus der speziellen Erhebung ermitteln läßt, kann es als realistische Basis für eine Abschätzung der Seuchensituation in einem Hundetollwutgebiet der Dritten Welt herangezogen werden und findet Verwendung in dem vorliegenden Modell zur Berechnung der voraussichtlichen Kosten für Human- und Hundeeimpfstoff im Rahmen des Globalen Tollwutbekämpfungsprogrammes der Weltgesundheitsorganisation, sowie der Kostenermittlung für regionale oder nationale Tollwutbekämpfungsprogramme in Ländern der Dritten Welt.

Die Bedeutung der globalen Übersichten, Berechnungen und theoretischen Überlegungen und damit des erstellten Modells zur Bekämpfung der Tollwut in der Hundepopulation liegt in einer argumentativen und prospektiven Hilfe, die jenen Kräften eines Landes der Dritten Welt zur Verfügung gestellt wird, die ein Projekt zur Eliminierung der Tollwut in der Hundepopulation gegen eine ausschließliche Intensivierung postexpositioneller Wutschutzbehandlungen vertreten.

Die Erfahrungen zahlreicher Länder Europas und Nordamerikas belegen bereits die enge Korrelation zwischen der Zahl der Hundetollwutfälle und der Anzahl menschlicher Tollwutfälle. Mit zunehmendem Impfschutz in der Hundepopulation nahm nicht nur die Zahl der Tollwutfälle beim Hund, sondern auch beim Menschen ab. Auch eine parallel zunehmende Wildtier-tollwut ändert an diesem Trend bei Erhalt des Impfschutzes in der Hundepopulation nichts (44, 46, 57, 92).

Oft schrecken Entscheidungsträger eines Landes vor der Annahme eines nationalen Bekämpfungsprogrammes zurück, da ihnen die Kosten hierfür zu hoch erscheinen. Dies mag aus

einer kurzsichtigen und oberflächlichen Betrachtung heraus gerechtfertigt erscheinen, da zunächst zusätzlich zu den Kosten intensivierter Wutschutzbehandlungen die Kosten für den Hundeimpfstoff und seine Applikation hinzukommen. Aus den Berechnungen in Abschnitt 3.5.3 wird jedoch deutlich, daß die Kosten für den Hundeimpfstoff, ausreichend zur Immunisierung von 75 Prozent der Hundepopulation maximal 11,5 Prozent der Kosten für 2.000 Wutschutzbehandlungen pro 1 Million Einwohner ausmachen. Dabei werden in beiden Fällen nicht die Kosten für die Applikation der Impfstoffe und andere, notwendige Einzelmaßnahmen (vgl. Abschnitt 2.3) berücksichtigt. Bei einer Marge von 88,5 Prozent der aufzuwendenden Impfstoffkosten darf jedoch angenommen werden, daß eine Immunisierung von 75 Prozent der Hundepopulation in jedem Fall mittel- und langfristig kostengünstiger ist als eine ausschließliche Intensivierung der Wutschutzbehandlungen auf 2.000 oder gar mehr pro 1 Million Einwohner. Hinzu kommt der, in Geld nicht auszudruckende Aspekt, daß im Rahmen einer erfolgreichen Tollwutbekämpfung in der Hundepopulation auch die drei menschlichen Tollwutfälle pro 1 Million Einwohner vermieden werden können.

Die meisten Länder der Dritten Welt werden jedoch nicht in der Lage sei, das benötigte Geld für ein solches Projekt alleine aufzubringen. Hier bietet das Modell die Möglichkeit einer realistischen Betrachtung der nationalen Seuchensituation und damit einer überzeugenden Planung der Bekämpfungsmaßnahmen sowie einer Abschätzung der voraussichtlich entstehenden Kosten. Auf dieser Grundlage kann den Industrienationen und Entwicklungshilfeorganisationen ein Anreiz gegeben werden, das Bekämpfungsprojekt technisch und finanziell zu unterstützen.

Auf der Basis des Modells läßt sich die Programmentwicklung phasenweise gestalten und damit an regionale und nationale Gegebenheiten und finanzielle Möglichkeiten anpassen. Sind

Infrastruktur und Seuchenüberwachung bereits gut ausgebaut, kann das Projekt innerhalb weniger Jahre durchgeführt, und die Tollwut in drei bis sieben Jahren in der Hundepopulation eines Gebietes oder Landes ausgerottet werden, wie in RISMA III für die urbanen Gebiete der amerikanischen Region vorgesehen. Bei einem Mangel finanzieller Ressourcen und unzureichender Infrastruktur kann ein Land das Bekämpfungsprojekt auf eine Dauer von zehn und mehr Jahren planen und damit die jährlichen, finanziellen Aufwendungen seinen Möglichkeiten anpassen, eventuell auch während des Projektes Dauer und Durchführung flexibel gestalten.

Der Erfolg eines solchen Projektes in der Praxis hängt, unabhängig von theoretischen Überlegungen, Infrastruktur und finanziellen Möglichkeiten wesentlich von dem Verständnis der einzelnen Länder für die Bekämpfungsmaßnahmen ab. Gebräuche, Religion, soziales Verhalten und andere kulturelle Faktoren müssen im Einzelfall das Vorgehen bestimmen (48, 91, 96). Beispielsweise hat eine Untersuchung der WHO in Reisanbaugebieten ergeben, daß zwischen 7 Uhr morgens und 16 Uhr nachmittags eine Beteiligung der ländlichen Bevölkerung an einer Impfkampagne nur sehr schwer zu erreichen ist, da ein Großteil der Bevölkerung sich auf den Feldern befindet und dabei von den Hunden begleitet wird.

Unter Berücksichtigung der selben sozialen Faktoren sind auch Maßnahmen denkbar, die einen Anreiz der Bevölkerung zur Partizipation darstellen, z.B. Schulfrei für die Kinder bis zur Impfung der Tiere.

Eine Maßnahme, welche je nach Kultur und Religion die Beteiligung der Bevölkerung fördert oder hemmt, stellt die

Tötung streunender Hunde dar. Inwieweit diese, als eine die Impfkampagne begleitende Maßnahme zur Eliminierung der Tollwut in der Hundepopulation beiträgt, ist noch weitgehend unbekannt. Die Bekämpfungspraxis der Fuchstollwut in Europa hat gezeigt, daß eine alleinige Dezimierung des Fuchsbestandes nicht zur Eliminierung der Seuche führt. Für Populationen mäßig oder nicht überwachter Hunde muß dies ebenfalls angenommen werden (87). Auch liegen noch keine Untersuchungen über die Kosten vor, die sich aus der Tötung streunender Hunde ergeben. Schätzungen in Marokko und Sri Lanka lassen vermuten, daß die Tötung eines streunenden Hundes annähernd denen einer Impfung gleichkommt. Berechnungen zum Vergleich der in Frage kommenden Maßnahmen (Töten der Tiere durch CO, Abschießen der Tiere) wurden bisher nicht vorgenommen und durften im Wesentlichen von dem Einkommensniveau des jeweiligen Landes bestimmt werden.

Sicherlich kann aber die Drohung, daß nicht geimpfte Tiere beseitigt werden, zur Erhöhung des Impfschutzes beitragen. Gute Erfahrungen mit dieser Kombination von Methoden, die nicht direkt auf eine Dezimierung der Hundepopulation abzielen, sind in Zimbabwe gemacht worden (38). Auch die klassischen veterinärpolizeilichen Maßnahmen, die Basis für die Sanierung von Hundetollwutgebieten in Europa um die Jahrhundertwende waren, wurden begleitet von der Tötung jener Hunde, die nicht in Übereinstimmung mit ihnen gehalten wurden.

Den hundetollwutverseuchten Ländern der Dritten Welt wird empfohlen, die in der vorliegenden Arbeit ermittelten Daten ihrer Projektplanung und Kosten-Nutzen-Analyse zugrunde zu legen. Ein langfristig kostengünstigeres, den Menschen besser schützendes und damit erfolgreicherer Verfahren der Hundetollwutbekämpfung als Impfschutz für einen ausreichenden Anteil der Hundepopulation, ist nach dem derzeitigen Stand der Kenntnisse nicht möglich. Ein Vergleich

der verschiedenen Strategien wird derzeit von der WHO erarbeitet (19). Im Rahmen eines Programmes zur Hundetollwutbekämpfung auf der Basis dieses Modells wird außerdem empfohlen, die Gesamtdauer und den damit einhergehenden Jahresbedarf an Personal, Impfstoff und anderen Sachwerten zu ermitteln.

Der vorliegenden Arbeit haftet vielleicht der Nachteil an, daß sie aus der großen Summe der Daten in der Welt eine Standardgröße für die Modellentwicklung ermittelt und damit ein Bild des epidemiologischen Geschehens entwirft, das mit der Wirklichkeit in einem bestimmten geographischen Gebiet nicht übereinstimmen muß. Es könnten zum Beispiel mehr bzw. weniger als 75 Prozent der gesamten Hundepopulation Impfschutz benötigen, um die Ausrottung der Seuche in der Population zu gewährleisten. Es ist bekannt, daß in großen urbanen Gebieten die Populationsdynamik der Hunde nicht nur autochthon abläuft, sondern in Korrelation zur Mobilität des Menschen eine ständige Zufuhr von außen erfährt. Dies kann den Bedarf an jährlichen Impfungen der neuzuwachsenden Generation gegenüber dem Modell ändern, in dem angenommen wurde, daß ein Drittel der Gesamtpopulation jährlich in die Population erwachsener Tiere neu rekrutiert wird.

Auch die Vermehrungsrate des Hundes ist mehr oder weniger ausgeprägt abhängig von der Aufsicht durch den Menschen, und dürfte sich somit gebietsweise unterscheiden. Schließlich sind in manchen hundetollwutverseuchten Territorien und Ländern auch Schakale und Wölfe in die Infektionskette integriert, so daß sich eine von dem Modell abweichende epidemiologische Realität ergeben kann. Diese Variablen, die auf das angenommene Modellgeschehen Einfluß nehmen, sollen aber nicht davon abhalten, die hier vorgestellte

Berechnungsweise zu verwenden, sondern im Gegenteil einen Anreiz bieten, durch die Anwendung des Modells und dem Vergleich mit dem natürlichen Geschehen neue epidemiologische Zusammenhänge zu erkennen.

Jede epidemiologische Untersuchung und jede Kosten-Nutzen-Analyse kann nur so gut sein, wie die ihr zugrundeliegenden Daten. Deren Zuverlässigkeit kann meist nicht ermittelt sondern nur abgeschätzt werden. Damit muß eine eventuell mangelnde Präzision der Analyse in Kauf genommen werden. Eine solche Unsicherheit mindert die Attraktivität dieser Analysen in den seltensten Fällen, denn sie sind meist die einzige Grundlage für wichtige, gesundheitspolitische Entscheidungen, die keinen Aufschub dulden (77).

Ein nicht zu vernachlässigender Aspekt der Hundetollwutbekämpfung und der mit ihr einhergehenden Kontrolle der Hundepopulation ist die Reduzierung des Risikos für den Menschen, an anderen, vom Hund übertragenen Zoonosen zu erkranken. Erwähnenswert sind in diesem Zusammenhang insbesondere die Hydatiose und die Leishmaniose.

Ein wesentlicher, noch zu erforschender Aspekt der Kontrolle und Eliminierung der Hundetollwut ist die Hundeökologie. Um die hier noch vorhandenen Kenntnislücken zu schließen, haben auf Anregung von SEARO (Sudostasiatisches Regionalbüro der WHO) Experten aus Indien, Thailand, Indonesien und Nepal den derzeitigen Kenntnisstand diskutiert. Seit 1985 werden in Tunesien, Ecuador und Sri Lanka, als ein Teil der dort durchgeführten Pilotprojekte der Hundetollwutbekämpfung in der Dritten Welt die Hundepopulationen, ihre Altersstruktur, Geschlechterverteilung, Turn-over-Rate und Mobilität untersucht. Die derzeitigen For-

schungen auf dem Gebiet der Hundeökologie werden von Professor Wandeler von der Veterinärmedizinischen Fakultät in Bern koordiniert.

Das Modell hat nur einen Sinn, wenn es in der praktischen Anwendung auf seine Genauigkeit und Flexibilität überprüft wird. Demzufolge ist es unumgänglich, wann immer es Anwendung findet, eine kritische Bewertung den zentralen Stellen der WHO, d.h. den Regionalbüros bzw. dem Hauptquartier in Genf mitzuteilen. Die Zukunft muß zeigen, ob das in der Arbeit vorgestellte Prinzip sich auch auf andere Impfkampagnen z.B. im Rahmen der Brucellose-, Rinderpest- oder MKS-Bekämpfung in Ländern der Dritten Welt übertragen läßt.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Eine Gesamtquote von 1 Million Menschen : 2.000 postexpositionellen Wutschutzbehandlungen : 3 Tollwutfallen bei Menschen : 30 Tollwutfällen beim Hund : 100.000 Hunde : 10.000 Hundeimpfungen konnte in guter Übereinstimmung aus Daten der Literatur und einer Fragebogenaktion ermittelt werden. Dieses "System" aus Seuchenüberwachung, Gegenmaßnahmen und Überwachungsqualität veranlaßte die Erstellung eines Modells als Grundlage für den prospektiven Verlauf und die voraussichtlichen Kosten eines Tollwutbekämpfungsprogrammes in der Hundepopulation.

Danach entspricht der Verlauf einer Hundeimpfkampagne einer sigmoiden Kurve. Ausgehend von 10 Prozent bereits vor der Impfkampagne unter Immunschutz stehender Hunde werden über eine definierte Zeitspanne 75 Prozent der Hundepopulation erreicht. Das Modell kann auf begrenzte Territorien, Länder sowie im Rahmen der weltweiten Hundetollwuteliminierungskampagne der WHO angewandt werden. Je nach Umfang der zu erreichenden Hundepopulation und in Anpassung an finanzielle Ressourcen, regionale und nationale Gegebenheiten kann das Projekt phasenweise gestaltet und in einer angemessenen Anzahl von Jahren (3 bis 30 Jahre werden in dem vorliegenden Modell vorgesehen) beendet werden.

Das Modell erhält für seine Anwendung eine Erweiterung durch eine allgemeingültige Formel zur Darstellung des sich über Jahre hinziehenden Verlaufs eines Impfprogrammes. Diese Formel wird als Grundlage von Kostenberechnungen vorgestellt und als ein Werkzeug der Planung angeboten.

SUMMARY

Epidemiological and ecological aspects of dog rabies and its control in countries of the Third World

A total ration of 1 million people : 2.000 post exposure treatments : 3 human rabies cases : 30 dog rabies cases : 100.000 dogs : 10.000 dog vaccinations was found by the use of data in the literature and, in good accord, those of the questionnaire. This "system" of dog surveillance quality led to the creation of a model as the basis for a prospective dog rabies elimination programme and its costs.

According to the model a dog vaccination campaign is represented by a sigmoid curve. On a basis of 10 percent of the dog population already vaccinated before the campaign begins, 75 percent of the whole dog population should be immunised in a defined time period. The model is applicable to limited territories or countries, as well as to the global dog rabies elimination programme of WHO. Depending on the number of dogs to be immunised and the financial ressources available, considering the specific regional or national situation, such a programme may be realized step by step in different phases and within a convenient time period (3 to 30 years are foreseen in the present model).

The application of the model is expressed by a general mathematical formule. This formule is offered as an instrument for planning and as a basis of prospective cost calculations.

Q U E S T I O N N A I R E
SUR LA RAGE ET SA PROPHYLAXIE

Pays:

-
1. Quelle est la population de
votre pays?

 2. Quelle est la population canine
(approximative) de votre pays?

 - 2a Quelle est la proportion de
chiens errants?

 - 2b Les chiens, sont-ils errants
en ville/à la campagne/dans
les deux?

 3. Quel est le nombre total de
personnes traitées annuellement
contre la rage?

 - 3a Quel est le type de vaccin
utilisé?

 - 3b Le vaccin, est-il importé
ou préparé localement?

 - 3c Quel est le prix pour un
traitement prophylactique?

 4. Quel est le nombre total de
cas de rage humaine?

 5. Quel est le nombre de chiens
vaccinés annuellement contre
la rage?

 - 5a Quel est le type de vaccin
utilisé?

 - 5b Le vaccin est-il importé ou
préparé localement?

 - 5c Quel est le prix d'un vaccin?

 6. Quel est le nombre de chiens
abbatus annuellement?

 7. Quel est le nombre total de
cas de rage canine?

 8. Les informations données con-
cernent l'année/les années:

 9. L'information est donnée par:

6. LITERATURVERZEICHNIS

1. ACHA, P.N., 1981:
A review of rabies prevention and control in the Americas, 1970 - 1980. Overall status of rabies.
Bull.Off.Int.Epiz. 93, 9
2. ACHA, P.N. and P.V. ARAMBULO III, 1985:
Rabies in the tropics - history and current status.
In: Rabies in the Tropics by E. Kuwert, C. Mérieux, H. Koprowski und K. Bögel
Springer Verlag, Berlin, p. 343
3. ANDRE-FONTAINE, G., M. ARTOIS et J.P. GANIERE, 1985:
La Rage: Epidemiologie generale.
In: Pasteur et la Rage von R. Rosset.
Informations techniques des Services Vétérinaires
92 - 95
Ministère de l'Agriculture, Paris, p. 293
4. ARTOIS, M., 1985:
Les animaux sauvages vecteurs de rage: le point de connaissances actuelles.
In: Pasteur et la Rage de R. Rosset
Informations techniques des Services Vétérinaires
92 - 95
Ministère de l'Agriculture, Paris, p. 73-S
5. ATANASIU, P., 1982:
Informe final de axsoria sobre de la produccion de la vacuna antirabica human y veterinaria en ratones lactantes y en cultivo de tejido.
Document PAHO STC/PER/82-03/AH, Washington D.C.
6. AUBERT, M.F.A., 1985:
La question des reservoirs.
in: Pasteur et la Rage de R. Rosset
Informations techniques des Services Vétérinaires
92 - 95
Ministère de l'Agriculture, Paris, p. 97-S
7. BAEZ, G., 1984:
Strategies and recommendations for a plan of action for the elimination of urban rabies.
PAHO Scientific Publication 467, Washington D.C.,
p. 125
8. BASACA-SEVILLA, V., 1981:
Rabies as a public health problem.
In: Draft Report of the ASEAN/NEW ZEALAND Rabies Study Group. Meeting held in Bangkok, 9-20 nov. 1980.
IFFA Mérieux, Lyon

9. BECK, A.M., 1973:
The ecology of stray dogs: a study on free ranging urban animals.
York Press, Baltimore, p. 98
10. BELL, J.F., 1975:
Latency and abortive rabies.
In: The Natural History of Rabies von G. Baer
Academic Press, New York
11. BEN OSMAN, F. et N. HADDAD, 1985:
Les animaux vecteurs de la rage: Role des espèces domestiques et rage canine
In: Pasteur et la Rage de R. Rosset
Informations techniques des Services Vétérinaires
92 - 95
Ministère de l'Agriculture, Paris, p. 89-S
12. BERAN, G.W., 1981:
Ecology of dogs in the Central Philippines in relation to rabies control efforts.
Com.Immun.Microbiol.Infect.Dis. 5, 265
13. BERAN, G.W., 1981:
Rabies and infections by rabies related viruses
In: CRC Handbook Series in Zoonosis von J.H. Steele
CRC Press, Boca Raton, Florida
14. BLAJAN, L. and K. BÖGEL, 1985:
Tendance et évolution générales de la rage dans le monde.
In: Pasteur et la Rage de R. Rosset
Information techniques des Services Vétérinaires
92 - 95
Ministère de l'Agriculture, Paris, p. 1
15. BLANCOU, J., M.F.A. AUBERT et J.P. SOULEBOT, 1983:
Differences dans le pouvoir pathogène de souches de virus rabique adaptées au renard ou au chien.
Ann. Virol. (Inst. Pasteur) 134 (E), p. 523
16. BÖGEL, K., 1980:
Report on a mission to Zambia
26 - 28 october 1980.
Nicht veröffentlichte Mitteilung.
Abteilung Veterinary Public Health,
Weltgesundheitsorganisation, Genf
17. BÖGEL, K., 1980:
Report on a mission to Zimbabwe
28 - 30 october 1980.
Nicht veröffentlichte Mitteilung.
Abteilung Veterinary Public Health,
Weltgesundheitsorganisation, Genf

18. BÖGEL, K., et L. BLAJAN, 1985:
Coopération internationale et control de la rage.
In: Pasteur et la Rage de R. Rosset.
Informations techniques des Services Vétérinaires
92- 95
Ministère de l'Agriculture, Paris, p. 241-S
19. BÖGEL, K., F. MESLIN, 1987:
Cost effectiveness of alternative strategies for
human and canine rabies control.
In Vorbereitung.
Abteilung Veterinary Public Health,
Weltgesundheitsorganisation, Genf
20. CENTRE NATIONALE D'ETUDES SUR LA RAGE ET LA PATHOLOGIE DES
ANIMAUX SAUVAGES (CNERPAS), 1985:
Douze questions sur la rage.
In: Pasteur et la Rage de R. Rosset
Informations techniques des Services Vétérinaires
92 - 95
Ministère de l'Agriculture, Paris, p. 257
21. CHANTAL, J. et J. BLANCOU, 1985:
Le virus rabique.
In: Pasteur et la Rage de R. Rosset
Informations techniques des Services Vétérinaires
92 - 95
Ministère de l'Agriculture, Paris, p. 281
22. DEAN, D.J., W.E. EVANS and W.R. THOMPSON, 1964:
Rabies on the low egg passage flury strain of modified
live rabies virus produced in embryonating chicken
eggs and tissue culture.
Am.J.Vet.Res. 25, p. 756
23. DIAZ-YUBERO, M.A., E.Z. PASTOR and M.M. NAVARRO, 1982:
Evolution of rabies focus in Malaga.
Com.Immunol.Microbiol.Infect.Dis. 5, p. 315
24. ECKERSKORN, W., 1966:
Die Wildtollwut als Problem der Staatlichen
Tierseuchenbekämpfung.
Dtsch.tierärztl.Wschr. 7, p. 150
25. EICHWALD, C. und H. PITZSCHKE, 1967:
Die Tollwut bei Mensch und Tier.
VEB Gustav Fischer Verlag, Jena
26. FEKADU, M., 1981:
Atypical rabies in dogs in Ethiopia
Eth.med.J. 10, p. 79

27. FEKADU, M., 1980:
Recovery from Clinical Rabies of two dogs inoculated
with a rabies virus strain from Ethiopia.
Am.J.Vet.Res. 41, p. 1632
28. FERNANDES, M. and MORO, 1984:
The role of the Pan American Health Organization
in the elimination of urban rabies in America by 1990
PAHO Scientifique Publication 476, Washington D.C.,
p. 140
29. FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION, 1983:
FAO/WHO/OIE Annual Health Yearbook
FAO, Rome
30. FOX, M.W., A.M. BECK and E. BLACKMAN, 1975:
Behaviour and ecology of a small group of urban dog
(canis familiaris).
Appl.Anim.Ethol. 1, p.119
31. GATAPIA, S.L., 1981:
Rabies situation in the Philippines.
In: Draft Report of the ASEAN/NEW ZEALAND Rabies Study
Group. Meeting held in Bangkok, 9-20. Nov. 1981.
IFFA Mérieux, Lyon
32. GOMES, F.J.P., 1984:
The national programme for the control of rabies in
Brazil.
PAHO Scientifique Publication 476, Washington D.C.,
p. 118
33. HAASE, R., 1963:
Die keilschriftliche Rechtssammlung in deutscher Über-
setzung.
Harrassowitz Verlag, Wiesbaden
34. HEUSSNER, J.V. and W.E. GRANT, 1978:
Ecological aspects of urban dog management:
A simulation model.
Anim.Regul.Studies 1, p. 355
35. HOEYGES, A., 1897:
Zoonosen: Lyssa
Hölder Verlag, Wien
36. INDIAN VETERINARY RESEARCH INSTITUTE IZATNAGAR, 1982:
A model programme for control of canine rabies in
Bareilly Municipality.
Division of Veterinary Public Health, Izatnagar
-243 122 (UP)-, Bareilly, Indien

37. KELLEY T.E., 1980:
An effective urban rabies/animal control programme.
JAVMA 177, p. 1231
38. LAWRENCE, J.A., C.M. FOGGIN and R.M. NORWAL, 1980:
The effect of war on the control of diseases of
livestock in Rhodesia (Zimbabwe).
Vet.Rec. 107, p. 82
39. LEPINE, P. et A. GAMET, 1969:
La Rage.
Collection Maladies animales à virus.
L'Expansion Scientifique Francaise, Paris
40. LLOYD, H.G., B. JENSEN, J.L. VAN HAAFTEN, F.J.J. NIEWOLD,
A. WANDELER, K. BÖGEL and A.A. ARATA, 1976:
Annual turnover for fox population in Europe.
Zbl.Vet.Med. 23 (B), p. 580
41. MANNINGER, R., 1968:
Die Tollwut in Ungarn während der letzten 4 Jahrzehnte
Wien.Tierärztl.Mschr. 55, p. 698
42. MARX, M.B. and M.L. FURCLOW, 1969:
What is the dog population?
Arch.Environ.Health 19, p. 217
43. MATYAS, Z., 1983:
Report on an mission to Australia, WPRO, Sri Lanka and
Nepal.
15 august - 7 september 1983
Nicht veröffentlichte Mitteilung.
Abteilung Veterinary Public Health,
Weltgesundheitsorganisation, Genf
44. MAYR, A. 1967:
Beziehung zwischen Seuchengeschehen und Impfprophylaxe
bei den Tierseuchen.
Zbl.Bakt.I.Orig. 205, p. 276
45. MAYR, A., G. EISSNER und B. MAYR-BIBRACK, 1984:
Handbuch der Schutzimpfungen in der Tiermedizin.
Verlag Paul Parey, Berlin
46. MAYR. A., 1985:
Schutzimpfung beim Tier und Gesundheit des Menschen
Zentralbl.Bakteriol.Mikrobiol.Immun. (B), 180 (2-3)
p. 175

47. MEDITERRANIAN ZOOZOSIS CONTROL CENTER (MCZZ), 1983:
 Data on rabies situation and prevention in different countries.
 Nicht veröffentlichte Mitteilung.
 Abteilung Veterinary Public Health,
 Weltgesundheitsorganisation, Genf

48. MESLIN, F., 1981:
 L'Elevage bovin en Thaïlande. Situation actuelle
 politiques de développement.
 Inaug.Diss., Med.vet., Lyon

49. MINISTRY OF HEALTH, BURMA, 1981:
 Epidemiological data.
 Nicht veröffentlichte Mitteilung.
 Abteilung Veterinary Public Health,
 Weltgesundheitsorganisation, Genf

50. MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET MINISTERE DE LA SANTE PUBLIQUE
 DE TUNISIE, 1982:
 Programme nationale de lutte contre la rage en
 Republique Tunesienne.
 Direction de la Production Animale, Tunis

51. MINISTRY OF HEALTH AND MINISTRY OF AGRICULTURE, ETHIOPIA, 1983:
 Preliminary programme of rabies prevention and control
 in the Socialist Ethiopia.
 Nicht veröffentlichte Mitteilung.
 Abteilung Veterinary Public Health,
 Weltgesundheitsorganisation, Genf

52. MINISTRY OF LIVESTOCK DEVELOPMENT, KENYA, 1983:
 Dog rabies elimination programme in Kenya.
 Department of Veterinary Services, Kabete

53. MINISTRY OF HEALTH AND MINISTRY OF AGRICULTURE, NEPAL, 1985:
 Human and canine rabies control project.
 Document MAGH 2041 B.S., Kathmandu

54. MOREAU, R., 1985
 La rage de l'antiquité au siècle des lumières.
 In: Pasteur de la Rage de R. Rosset
 Informations techniques des Services Vétérinaires
 92 - 95
 Ministère de l'Agriculture, Paris, p. 19

55. NASSAR, R. and J.E. MOSIER, 1980:
 Canine population dynamics: A study of the Manhattan,
 Kansas, canine population.
 Am.J.Res. 41, p. 1798

56. OFFICE INTERNATIONALE DES EPIZOOTIES (OIE), 1980:
Zoo-Sanitary Position in the Sudan.
XLVIIIth General Session of the O.I.E. Committee
26 - 31 May 1980.
OIE, Paris
57. PACER, R.E., D.B. FISCHBEIN, G.M. BAYER, S.R. JUNKINS and
J.S. SMITH, 1985:
Rabies in the United States and Canada, 1983.
MMWR CDC Surveill.Summ. 34 (1), p. 11
58. PAN AMERICAN HEALTH ORGANISATION (PAHO), 1975:
Rabies Surveillance for the Americas.
Vigilancia Epidemiologica Vol VII, 10, 26 december
1975, published by the
Pan American Zoonosis Center, Buenos Aires
59. PAN AMERICAN HEALTH ORGANISATION (PAHO), 1979:
Epidemiological Surveillance of Rabies for the
Americas, Vol XI, 5, 19 october 1979, published by the
Pan American Zoonosis Center, Buenos Aires
60. PAN AMERICAN HEALTH ORGANISATION (PAHO), 1980:
Report of Epidemiological Surveillance of Rabies for
the Americas, Statistical Repost of Rabies for the
Americas 1970 - 1980, Special Supplement, Vol XII,
december 1980, published by the
Pan American Zoonosis Center, Buenos Aires
61. PAN AMERICAN HEALTH ORGANISATION (PAHO), 1981:
Report of Epidemiological Surveillance of Rabies for
the Americas, Vol XIII, 1 - 3, 15 october 1981,
published by the
Pan American Zoonosis Center, Buenos Aires
62. PAN AMERICAN HEALTH ORGANISATION (PAHO), 1981:
Report of Epidemiological Surveillance of Rabies for
the Americas, Vol XIII, 4 - 6, 31 december 1981,
published by the
Pan American Zoonosis Center, Buenos Aires
63. PAN AMERICAN HEALTH ORGANISATION (PAHO), 1982:
Report of Epidemiological Surveillance of Rabies for
the Americas, Vol XIII, 7 - 9, 8 june 1982, published
by the
Pan American Zoonosis Center, Buenos Aires
64. PASTEUR, L., M. CHAMBERLAND et M. ROUX, 1882:
Nouveaux faits pour servir à la connaissance de la
rage.
CR Acad.Sci. 95, p. 1187

65. PLICHTA, P., 1982:
Epidemiologische, casuistische und ökonomische
Aspekte der Tollwut in Nordrhein-Westfalen.
Inaug.Diss., Med., Essen
66. PRESTON, E., 1973:
Computer simulated dynamics of rabies-controlled
fox population.
J.Wildl.Manage. 37, p. 501
67. RANGEL, M.C.F., J.C. LARA and A.S. DE ALUJA, 1981:
The canine population of Mexico City:
An estimative study.
Anim.Reg.Studies 3, p. 281
68. RIDDEL-SWANN, J.M., 1982:
The Outbreak of Rabies in Hongkong 1980 - 1981.
A report by the Direction of Agriculture and
Fisheries.
Hong Kong Government, Howloon, Hong Kong
69. ROLLE, M. und A. MAYR, 1984:
Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und
Seuchenlehre, 4. Auflage
Enke Verlag, Stuttgart
70. ROSSET, R., 1985:
V. Galtier, professeur à l'école vétérinaire de Lyon,
precursur de la vaccination antirabique.
In: Pasteur et la Rage de R. Rosset
Informations techniques des Services Vétérinaires
92 - 95
Ministère de l'Agriculture, Paris, p.41
71. ROSSET, R., 1985:
Les premières vaccinations.
In: Pasteur et la Rage de R. Rosset
Informations techniques des Services Vétérinaires
92 - 95
Ministère de l'Agriculture, Paris, p. 57
72. ROSSET, R., 1985:
Contribution des vétérinaires à l'oeuvre de Pasteur
en matière de rage.
In: Pasteur et la Rage von R. Rosset
Informations techniques des Sciences Vétérinaires
92 - 95
Ministère de l'Agriculture, Paris

73. SCHAAF, J. und E. SCHAAL, 1968:
Die Viruslokalisation bei Tollwut.
Dt.Tierärztl.Wschr. 75, p. 315
74. SCHINDLER, T., 1961:
Studies on the pathogenesis of rabies.
Bull.Wld.Hlth.Org. 25, p. 119
75. SCHNURRENBERGER, P.R., E. KANGIALSKI and W.J. BASHE, 1961:
Characteristics of a rural Ohio dog population.
Vet.Med. 56, p. 519
76. SCHNEIDER, L.G. and K. BÖGEL, 1984:
The current global situation of human and
canine rabies and its control.
PAHO Scientifique Publication 467, Washington D.C.,
p. 97
77. SHEPARD, D.S. and M.S. THOMPSON, 1979:
First principles of cost-effectiveness analysis in
Health.
Public Health Reports 94 (6), p. 535
78. SIKES, R.K., 1962:
Pathogenesis of rabies in wildlife
I. Comparative effects of varying doses of rabies
virus inoculated into foxes and skunks.
Am.J.Vet.Res. 23, p. 1041
79. SOULEBOT, J.P., A. BRUN, G. CHAPPUIS, F. GUILLEMIN,
H.G. PETERMANN, P. PRECAUSTA ET J. TERRE, 1981.
Experimental rabies in cats: Immune response and
persistence of immunity.
Cornell Vet., 71, p. 311
80. SOULEBOT, J.P., A. BRUN, G. CHAPPUIS, F. GUILLEMIN et
G. TIXIER, 1982:
Pouvoir pathogène du virus rabique: Influence du mode
de production de la souche, du mode d'inoculation, de
l'espèce. Caractères comparés des souches modifiées,
fixes et sauvages.
Comp.Immun.Mikrobiol.Infect. Dis., 6 (1-3), p. 71
81. SOUTH EAST ASIAN REGIONAL OFFICE (SEARO), 1983:
Information on rabies.
Nicht veröffentlichte Mitteilung.
Abteilung Veterinary Public Health,
Weltgesundheitsorganisation, Genf

82. STEELE, J.H., 1975:
History of Rabies.
In: The Natural History of Rabies von G. Baer
Academic Press, New York
83. TIERKEL, E.S., 1975:
Canine Rabies.
In: The Natural History of Rabies von G. Baer
Academic Press, New York
84. UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL
ORGANISATION (UNESCO), 1982:
Statistical Yearbook 1982
UNESCO, Paris
85. VAUGHN, J.B., P. GERHARDT and J.C.S. PATERSON, 1963:
Excretion of street rabies virus in the saliva of
cats.
JAMA 184, p. 7053, 705
86. VAUGHN, J.B., P. GERHARDT and K.W. NEWELL, 1965:
Excretion of street rabies virus in the saliva of
dogs.
JAMA 1982, p. 363
87. WANDELER, A.I. and S. CAPT, 1985:
Ecologie du Chien.
In: Pasteur et la Rage von R. Rosset
Informations techniques des Services Vétérinaires
92 - 95
Ministère de l'Agriculture, Paris, p. 115-S
88. WINKLER, W.G., 1975:
Fox Rabies.
In: The Natural History of Rabies von G. Baer
Academic Press, New York
89. WORLD HEALTH ORGANISATION, 1966:
World Survey of Rabies IV for 1964.
Document/Rabies/Inf./66.19 Corr. 67.1 and Add. 67.1,
Genf
90. WORLD HEALTH ORGANISATION, 1980:
Report on Consultations on Rabies Prevention and
Control, Lyon, 10 - 12 march 1980.
Document WHO/Rabies/80.188, Genf
91. WORLD HEALTH ORGANISATION, 1980:
Development of Strategies for Regional and
National Programmes for Dog Rabies Control.
Document WHO/Rab.Res./80.11, Genf

92. WORLD HEALTH ORGANISATION, 1981:
Dog Rabies Elimination.
Document WHO/Rab.Res./81.14, Genf
93. WORLD HEALTH ORGANISATION, 1981:
Report on Consultations on Natural Barriers of
Wildlife Rabies in Europe, Vienna, 28 april - 1 may
1981.
Document WHO/Rab.Res./81.12, Genf
94. WORLD HEALTH ORGANISATION, 1981:
Dog Rabies Elimination in Tanzania.
Document WHO/VPH/ZC/AF/81.1, Genf
95. WORLD HEALTH ORGANISATION, 1982:
World Survey of Rabies XIX.
Document WHO/Rabies/82.192, Genf
96. WORLD HEALTH ORGANISATION, 1984:
Guidelines for dog rabies control.
Document WHO/VPH/83.43, Genf
97. WORLD HEALTH ORGANISATION, 1984:
WHO Expert Committee on Rabies, seventh report.
Technical Report Series No. 709, Genf
98. WORLD HEALTH ORGANISATION, 1984:
World Survey of rabies XXI.
Document WHO/Rabies/84.195, Genf
99. WORLD HEALTH ORGANISATION, 1985:
Rapport de la Reunion OMS sur la Lutte contre la Rage
Canine au Maghreb
Nicht veröffentlichtes Dokument.
Abteilung Veterinary Public Health,
Weltgesundheitsorganisation, Genf
100. WORLD HEALTH ORGANISATION, 1985:
Rabies Control in Sri Lanka.
Assignment Report, 1-3 dec. 1984.
Nicht veröffentlichtes Dokument.
Abteilung Veterinary Public Health,
Weltgesundheitsorganisation, Genf
101. WORLD HEALTH ORGANISATION AND WORLD SOCIETY FOR THE
PROTECTION OF ANIMALS, 1987:
Guidelines for dog population management
Dokument in Vorbereitung.
Abteilung Veterinary Public Health,
Weltgesundheitsorganisation, Genf

7. ABKÜRZUNGEN

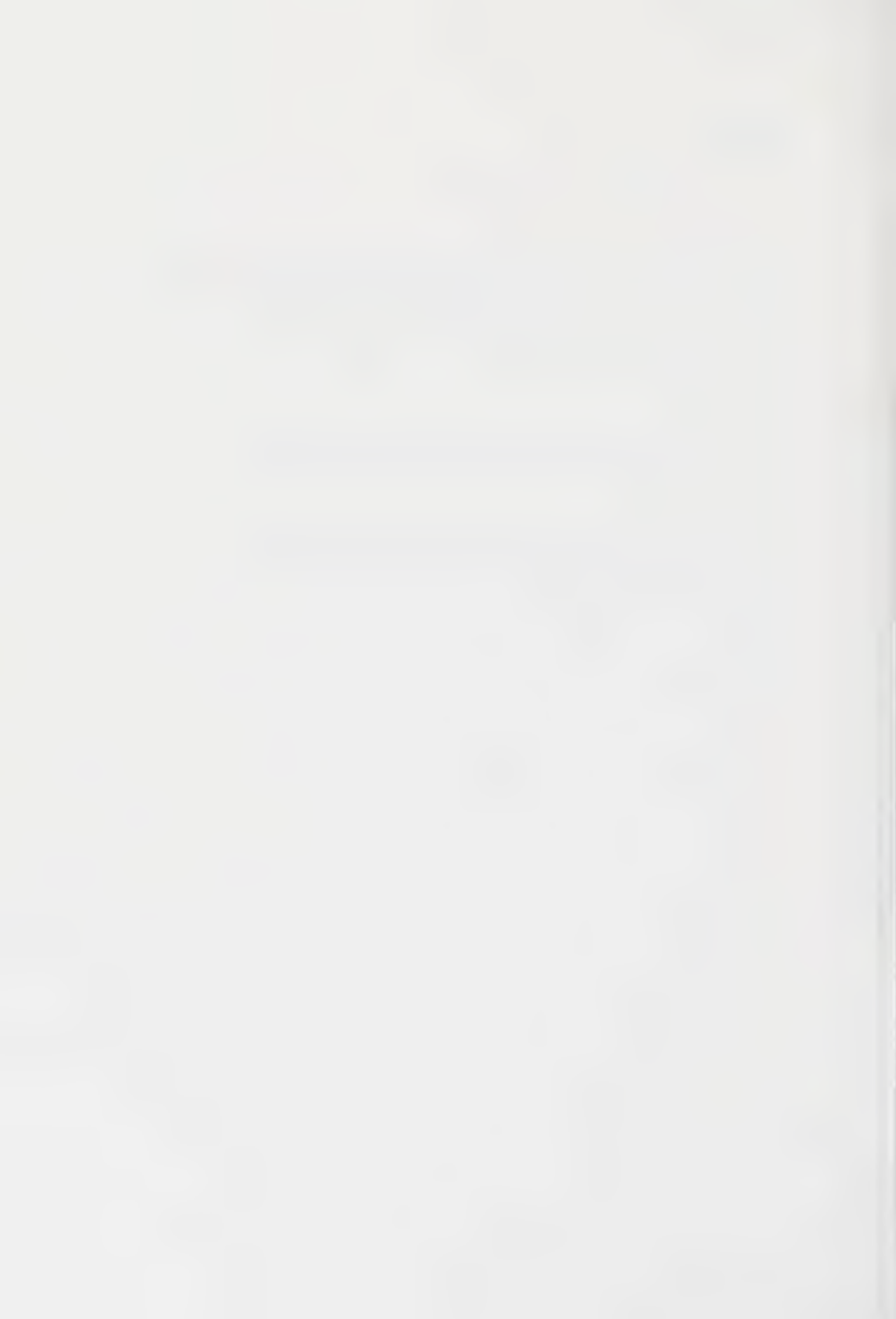
CNER	-	Centre Nationale d'Etudes sur la Rage, Malzéville, Frankreich
CO	-	Kohlenmonoxid
DEV	-	Duck embryo vaccine
HDC	-	Human diploid cell vaccine
MZCC	-	Mediterranean Zoonosis Control Center, Athen, Griechenland
PAHO	-	Pan American Health Organisation, Washington D.C., U.S.A
PCEC	-	Purified chicken embryo cell vaccine
VERO	-	Vaccin antirabique à usage humain préparé sur culture de cellule
WHO	-	World Health Organisation, Genf, Schweiz

DANKSAGUNG

Herrn Professor Dr. K. Bögel danke ich besonders für die Überlassung des Themas und des Arbeitsplatzes in der Abteilung Veterinary Public Health, Weltgesundheitsorganisation Genf, sowie die jederzeit freundlich gewährte Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Herrn Professor Dr.Dr.h.c.mult. A. Mayr, der diese Arbeit nach dem Tod von Herrn Professor Dr. Bachmann übernommen und betreut hat, bin ich zu großen Dank verpflichtet.

Bedanken möchte ich mich an dieser Stelle auch bei der Mitarbeitern der Abteilung Veterinary Public Health für die kollegiale Zusammenarbeit.



LEBENS LAUF

1955	geboren am 5. Januar 1955 in Kassel Eltern: Martin Motschwiller und Ilse Motschwiller, geb. Burkhardt
1961 - 1965	Volksschule in Kassel
1965 - 1970	Heinrich-Schütz-Schule in Kassel
1970 - 1973	Humboldt-Schule in Bad Homburg
Juni 1973	Abitur (sprachlicher Zweig)
1973 - 1974	Lycée Anna-de-Noaille in Evian, Frankreich
1974 - 1975	Lycée Mme-de-Stael in St. Julien-en-Genevois, Frankreich
Juni 1975	Baccalauréat A4 (Philosophie und Literatur)
1975 - 1979	Jurastudium in Frankfurt und Genf, Schweiz
1980 - 1981	Volontariat beim Münchner Merkur, München
Oktober 1981	Redakteur
1981 - 1986	Studium der Tiermedizin in München
Januar 1987	Approbation als Tierarzt
Oktober 1985 - Mai 1987	Anfertigung der vorliegenden Arbeit
Juni 1987	Eintritt in die Firma Boehringer Mannheim

